

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Marko Šerić**

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Pavković, dipl. ing.

Student:

Marko Šerić

Zagreb, 2014.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Marko Šerić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

|  |        |
|--|--------|
| Sveučilište u Zagrebu<br>Fakultet strojarstva i brodogradnje |        |
| Datum  | Prilog |
| Klasa:   |        |
| Ur.broj:   |        |

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Marko Šerić**

Mat. br.: 0035143406

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Pneumatska preša za grožđe**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Pneumatic grape press**

Opis zadatka:

Za veće količine grožđa i za visoku kvalitetu mošta danas se pretežno koriste pneumatske preše. U ovom radu treba koncipirati i konstruirati pneumatsku membransku prešu za grožđe promjera bubnja približno 800 mm i dužine bubnja približno 1600 mm. Za pogon koristiti elektromotor, maksimalni radni tlak treba biti 2 bar.

U radu treba:

1. Analizirati postojeće uređaje na tržištu;
2. Koncipirati više varijanti rješenja, usporediti ih i vrednovanjem odabrati najpovoljnije;
3. Izraditi detaljno konstrukcijsko rješenje odabrane varijante koncepta;
4. Izraditi računalni model uređaja u 3D CAD sustavu;
5. Izraditi tehničku dokumentaciju, pri čemu će se opseg konstrukcijske razrade dogovoriti tijekom izrade rada.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

13. ožujka 2014.

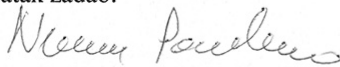
Rok predaje rada:

15. svibnja 2014.

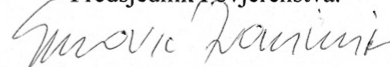
Predviđeni datumi obrane:

21., 22. i 23. svibnja 2014.

Zadatak zadao:

  
Prof. dr. sc. Neven Pavković

Predsjednik Povjerenstva:

  
Prof. dr. sc. Zvonimir Guzović

## SADRŽAJ

|   |      |
|---|------|
| SADRŽAJ .....   | I    |
| POPIS SLIKA .....   | III  |
| POPIS TABLICA.....  | VI   |
| POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....  | VII  |
| POPIS OZNAKA .....  | VIII |
| SAŽETAK.....  | X    |
| 1. UVOD.....  | 1    |
| 2. VINSKE PREŠE.....  | 2    |
| 2.1. Svrha prešanja grožđa .....  | 2    |
| 2.2. Osnovna podjela preša za grožđe.....                                 | 3    |
| 2.2.1. Radni i korisni volumen preše .....                                | 4    |
| 2.3. Serijske (ciklusne) preše .....                                      | 5    |
| 2.3.1. Preše s košarom i navojnom vretenom .....                          | 6    |
| 2.3.2. Preše s košarom i hidrauličkim pogonom.....                        | 7    |
| 2.3.3. Preše s košarom i vodenim mjehurom .....                           | 7    |
| 2.3.4. Horizontalne preše s košarom .....                                 | 8    |
| 2.3.5. Pneumatske preše sa centralnim mjehurom ili membranom .....        | 9    |
| 2.3.6. Pneumatske preše sa membranom .....                                | 10   |
| 2.3.7. Pneumatske preše sa membranom i centralnim kanalima .....          | 11   |
| 2.3.8. Ostale preše .....   | 12   |
| 2.4. Kontinuirane (protočne) preše .....                                  | 12   |
| 3. ANALIZA POSTOJEĆIH RJEŠENJA NA TRŽIŠTU .....                           | 13   |
| 3.1. Vertikalna hidraulička preša DIEMME model "Vintage" .....            | 13   |
| 3.2. Zatvorena pneumatska membranska preša DIEMME model "Velvet XZ" ..... | 15   |
| 3.2.1. Punjenje i pražnjenje preše .....                                  | 15   |
| 3.2.2. Membrana i odvodnja soka .....                                     | 16   |
| 3.2.3. Pogon preše .....  | 19   |
| 3.2.4. Upravljanje radom preše .....                                      | 20   |
| 3.3. Otvorena pneumatska membranska preša DIEMME model "Velvet T" .....   | 22   |
| 3.3.1. Kontrolirana atmosfera .....                                       | 23   |
| 3.4. Otvorena pneumatska membranska preša DIEMME model "Tecnova" .....    | 24   |
| 3.5. Otvorene pneumatske membranske preše L-INOX .....                    | 26   |
| 3.6. Princip prešanja u kontroliranoj atmosferi.....                      | 28   |
| 4. KARAKTERISTIKE MEMBRANSKE PREŠE.....                                   | 32   |
| 4.1. Faza prešanja membranske preše .....                                 | 32   |
| 4.2. Funkcijski model.....  | 34   |
| 5. RAZRADA VARIJANTI I ODABIR RJEŠENJA.....                               | 35   |
| 5.1. Odabrana vrsta preše .....   | 35   |
| 5.2. Morfološka matrica .....   | 35   |
| 5.3. Koncipiranje rješenja .....  | 39   |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 5.3.1.   | Koncept 1 .....                                      | 39 |
| 5.3.2.   | Koncept 2 .....                                      | 39 |
| 5.3.3.   | Koncept 3 .....                                      | 40 |
| 5.3.4.   | Koncept 4 .....                                      | 41 |
| 5.3.5.   | Koncept 5 .....                                      | 42 |
| 5.3.6.   | Biranje koncepta .....                               | 42 |
| 5.3.7.   | Odabrani koncept .....                               | 43 |
| 5.3.8.   | Materijal za izradu preše .....                      | 44 |
| 6.       | KONSTRUKCIJSKO RJEŠENJE I PRORAČUN.....              | 45 |
| 6.1.     | Proračun bubnja .....                                | 45 |
| 6.1.1.   | Tlačni proračun debljine stijenke dna bubnja .....   | 45 |
| 6.1.2.   | Tlačni proračun debljine stijenke plašta bubnja..... | 46 |
| 6.1.3.   | Geometrijske karakteristike bubnja .....             | 47 |
| 6.1.4.   | Savijanje i progib bubnja .....                      | 48 |
| 6.1.5.   | Proračun zavora nosača bubnja .....                  | 50 |
| 6.1.6.   | Proračun kliznog ležaja .....                        | 51 |
| 6.1.7.   | Otvor bubnja(vrata).....                             | 52 |
| 6.2.     | Proračun glavnog okvira (nosiva konstrukcija) .....  | 56 |
| 6.2.1.   | Proračun zavora nosača ležaja bubnja.....            | 56 |
| 6.2.2.   | Proračun kutnog spoja poprečnih profila .....        | 58 |
| 6.2.3.   | Proračun noge okvira .....                           | 60 |
| 6.3.     | Proračun pneumatskog sustava .....                   | 62 |
| 6.3.1.   | Pneumatska shema .....                               | 62 |
| 6.3.2.   | Klipni kompresor/elektromotor GAST 72R .....         | 66 |
| 6.3.3.   | Pneumatski vodovi (poliuretanska crijeva).....       | 68 |
| 6.3.4.   | Glavni upravljački ventil FESTO H-5-1/4-B.....       | 68 |
| 6.3.5.   | Filtar zraka LFU-1/4 .....                           | 71 |
| 6.3.6.   | Nepovratni ventil H-1/4-B .....                      | 72 |
| 6.3.7.   | Spojnice NPQH-D-G14-Q10-P10 .....                    | 74 |
| 6.3.8.   | Spojna koljena.....                                  | 75 |
| 6.3.8.1. | Spojno koljeno NPFC-T-3G14-F.....                    | 75 |
| 6.3.8.2. | Spojno koljeno NPQH-T-G14-Q10-P10.....               | 76 |
| 6.3.9.   | Sigurnosni ventil LR-1/4-QS-10.....                  | 78 |
| 7.       | MODEL PREŠE .....                                    | 80 |
| 8.       | ZAKLJUČAK.....                                       | 85 |
|          | LITERATURA.....                                      | 86 |
|          | PRILOZI.....   | 87 |

## POPIS SLIKA

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Slika 1.  | Shema presjeka boba grožđa i njegov sastav [3].....                               | 3  |
| Slika 2.  | Sheme pneumatskih preša sa centralno i bočno smještenim mjehurima [3].....        | 4  |
| Slika 3.  | Shema pneumatske preše sa mjehurom i centralnim otvorima [5]. ....                | 5  |
| Slika 4.  | Preša sa horizontalno smještenom košarom [6]. ....                                | 9  |
| Slika 5.  | Pneumatska preša sa centralnom membranom [7]. ....                                | 9  |
| Slika 6.  | Membranska pneumatska preša [8]. ....   | 10 |
| Slika 7.  | Vertikalna hidraulička preša DIEMME model "Vintage" [8]. ....                     | 13 |
| Slika 8.  | Shema vertikalne hidrauličke preše DIEMME model "Vintage" [8]. ....               | 14 |
| Slika 9.  | Zatvorena membranska pneumatska preša DIEMME serije " Velvet XZ" [8]. ....        | 15 |
| Slika 10. | Različita izvedba otvora za punjenje [8]. ....                                    | 15 |
| Slika 11. | Membrana i odvodni kanali [8]. ....   | 16 |
| Slika 12. | Način učvršćenja membrane za bubanj [8]. ....                                     | 16 |
| Slika 13. | Karakteristike uzdužnih kanala za odvodnju soka [8]. ....                         | 17 |
| Slika 14. | Pomični i fiksni poprečni odvodni kanali [5]. ....                                | 17 |
| Slika 15. | Prikaz zakretanja bubnja u svrhu razbijanja smjese [8]. ....                      | 18 |
| Slika 16. | Aksijalni otvor za punjenje preše u toku rada [8]. ....                           | 18 |
| Slika 17. | Spremnik za sakupljanje i odvodnju soka [8]. ....                                 | 19 |
| Slika 18. | Sklop elektromotora i kompresora [8]. ....  | 20 |
| Slika 19. | Upravljačka konzola [8]. ....   | 20 |
| Slika 20. | Shema membranske preše DIEMME serije " Velvet XZ" [8]. ....                       | 21 |
| Slika 21. | Zatvorena membranska pneumatska preša DIEMME serije "Velvet T" [8]. ....          | 22 |
| Slika 22. | Opcionalni kotači za transport preše [8]. ....                                    | 22 |
| Slika 23. | Međuspremnik za ocijedeni sok [8]. ....   | 23 |
| Slika 24. | Shema zatvorene membranske preše DIEMME serije " Velvet T" [8]. ....              | 23 |
| Slika 25. | Otvorena membranska pneumatska preša DIEMME serije "Tecnova" [8]. ....            | 25 |
| Slika 26. | Shema otvorene membranske preše DIEMME serije " Tecnova" [8]. ....                | 25 |
| Slika 27. | Otvorena membranska preša L-INOX 500 [10]. ....                                   | 26 |
| Slika 28. | Shema otvorene membranske preše L-INOX 500 [10]. ....                             | 27 |
| Slika 29. | Faza punjenja inertnog plina (CO <sub>2</sub> ) [8]. ....                         | 28 |
| Slika 30. | Faza punjenja smjese kroz aksijalni ventil [8]. ....                              | 28 |
| Slika 31. | Faza močenja [8]. ....  | 29 |
| Slika 32. | Faza prešanja [8]. ....   | 29 |
| Slika 33. | Faza povratka membrane u početni položaj [8]. ....                                | 30 |
| Slika 34. | Faza razbijanja smjese [8]. ....  | 30 |
| Slika 35. | Faza punjenja inertnog plina (CO <sub>2</sub> ) [8]. ....                         | 31 |
| Slika 36. | Usporedba smjese slobodne i kontrolirane atmosfere [8]. ....                      | 31 |
| Slika 37. | Glavne faze jednog radnog ciklusa membranske preše [11]. ....                     | 32 |
| Slika 38. | Dijagram izmjena faza prešanja i miješanja u odnosu na vrijednost tlaka [11]. ... | 33 |
| Slika 39. | Dijagram radnih točaka tlaka membrane [11]. ....                                  | 33 |
| Slika 40. | Univerzalni funkcijski model preše za grožđe. ....                                | 34 |
| Slika 41. | Koncept 1. ....   | 39 |
| Slika 42. | Koncept 2. ....   | 40 |
| Slika 43. | Koncept 3. ....   | 41 |
| Slika 44. | Koncept 4. ....   | 41 |
| Slika 45. | Koncept 5. ....   | 42 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Slika 46. | Prikaz kvadratnog šavnog profila.                                      | 44 |
| Slika 47. | Nacrt bubnja (prednja strana).   | 45 |
| Slika 48. | Dno bubnja.  | 45 |
| Slika 49. | Plašt bubnja.  | 46 |
| Slika 50. | Perforacije na plaštu bubnja.  | 47 |
| Slika 51. | Realno opterećenje na bubnju.  | 48 |
| Slika 52. | Pojednostavljeno opterećenje na bubnju.                                | 48 |
| Slika 53. | Dijagram poprečnih sila bubnja.  | 48 |
| Slika 54. | Dijagram momenta savijanja bubnja.                                     | 48 |
| Slika 55. | Detalj uzdužnih i poprečnih profila na obodu bubnja.                   | 50 |
| Slika 56. | Položaj zavora nosača bubnja.  | 50 |
| Slika 57. | Klizni ležaj nosača bubnja (presjek).                                  | 52 |
| Slika 58. | Preklapanje kliznog ležaja bubnja (normalno stanje sa 2 mm zračnosti). | 52 |
| Slika 59. | Otvor bubnja (vrata).  | 53 |
| Slika 60. | Vodilica vrata (detalj A).   | 53 |
| Slika 61. | Sigurnosna kopča otvora (stražnja, krajnji otvoren položaj).           | 53 |
| Slika 62. | Sigurnosna kopča otvora (prednja, krajnji otvoren položaj).            | 54 |
| Slika 63. | Vrata u krajnjem otvorenom položaju.                                   | 54 |
| Slika 64. | Graničnici kretanja poluge bubnja.                                     | 55 |
| Slika 65. | Vrata u krajnjem otvorenom položaju.                                   | 55 |
| Slika 66. | Glavni okvir (nosiva konstrukcija).                                    | 56 |
| Slika 67. | Zavar nosača ležaja bubnja.  | 57 |
| Slika 68. | Spoj poprečnih profila.  | 58 |
| Slika 69. | Dijagram opterećenja oslonca 1.  | 58 |
| Slika 70. | Spoj poprečnih profila - detalj kutnih pojačanja.                      | 59 |
| Slika 71. | Spoj poprečnih profila - detalj kutnih pojačanja.                      | 60 |
| Slika 72. | Vertikalni profil nosećeg okvira.                                      | 60 |
| Slika 73. | Pneumatska shema rada.   | 62 |
| Slika 74. | Shematski prikaz punjenja bubnja.                                      | 63 |
| Slika 75. | Shematski prikaz pražnjenja bubnja.                                    | 64 |
| Slika 76. | Prikaz 3D modela pneumatskog sustava.                                  | 64 |
| Slika 77. | Smještaj upravljačke kutije na preši.                                  | 65 |
| Slika 78. | Prikaz 3D komponenti pneumatskog sustava.                              | 65 |
| Slika 79. | Dimenzije klipnog kompresora GAST 72R.                                 | 66 |
| Slika 80. | Dijagram režima rada klipnog kompresora GAST 72R.                      | 66 |
| Slika 81. | Smještaj sklopke elektromotora.  | 67 |
| Slika 82. | Pneumatski vod PAN-10X1,5-NT.  | 68 |
| Slika 83. | Glavni upravljački ventil FESTO H-5-1/4-B.                             | 69 |
| Slika 84. | Shema ventila FESTO H-5-1/4-B.   | 69 |
| Slika 85. | Dimenzije ventila FESTO H-5-1/4-B.                                     | 69 |
| Slika 86. | Položaj upravljačkog ventila sa priključenim vodovima.                 | 70 |
| Slika 87. | Shema filtra/prigušivača FESTO LFU-1/4.                                | 71 |
| Slika 88. | Oznake dimenzija filtra/prigušivača FESTO LFU-1/4.                     | 71 |
| Slika 89. | Smještaj filtra u upravljačkoj kutiji.                                 | 72 |
| Slika 90. | Shema nepovratnog ventila H-1/4-B.                                     | 72 |
| Slika 91. | Nepovratni ventil H-1/4-B.   | 73 |
| Slika 92. | Smještaj nepovratnih ventila sa ucrtanim smjerovima toka medija.       | 73 |
| Slika 93. | Brza pneumatska spojnica NPQH-D-G14-Q10-P10.                           | 74 |
| Slika 94. | Prikaz brzih spojnica priključenih na upravljački ventil.              | 74 |
| Slika 95. | Spojno koljeno NPFC-T-3G14-F.  | 75 |



|            |   |    |
|------------|---|----|
| Slika 96.  | Oznake dimenzija spojnog koljena NPFC-T-3G14-F. ....                        | 75 |
| Slika 97.  | Prikaz spojnog koljena NPFC-T-3G14-F u modelu. ....                         | 76 |
| Slika 99.  | Oznake dimenzija spojnog koljena NPQH-T-G14-Q10-P10. ....                   | 76 |
| Slika 100. | Prikaz spojnog koljena NPQH-T-G14-Q10-P10 u modelu. ....                    | 78 |
| Slika 101. | Sigurnosni ventil sa regulacijom tlaka LR-1/4-QS-10. ....                   | 78 |
| Slika 102. | Shema sigurnosnog ventila sa regulacijom tlaka LR-1/4-QS-10. ....           | 79 |
| Slika 103. | Smještaj sigurnosnog ventila sa regulatorom tlaka. ....                     | 79 |
| Slika 103. | Model preše. ....   | 80 |
| Slika 103. | Model preše - prikaz sa strane upravljačke kutije. ....                     | 80 |
| Slika 103. | Model preše - detalj smještaja upravljačke kutije. ....                     | 81 |
| Slika 103. | Model preše - prikaz straga. ....   | 81 |
| Slika 103. | Nosivi okvir preše. ....  | 82 |
| Slika 103. | Sklop bubnja sa montiranim kopčama i vratima. ....                          | 82 |
| Slika 103. | Detalj kopče otvora bubnja. ....  | 83 |
| Slika 103. | Detalj spajanja pneumatskog crijeva sa upravljačkom kutijom i bubnjem. .... | 83 |
| Slika 103. | Detalj zatvorene upravljačke kutije. ....                                   | 84 |
| Slika 103. | Detalj otvorene upravljačke kutije. ....                                    | 84 |

## POPIS TABLICA

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabela 1.  | Usporedba vrijednosti za različite cikluse serijskog prešanja [2].           | 6  |
| Tabela 2.  | Prednosti i nedostaci preše s košarom i navojnim vretenom.                   | 6  |
| Tabela 3.  | Prednosti i nedostaci preše s košarom i hidrauličkim pogonom.                | 7  |
| Tabela 4.  | Prednosti i nedostaci preše s košarom i vodenim mjehurom.                    | 8  |
| Tabela 5.  | Prednosti i nedostaci horizontalne preše s košarom.                          | 9  |
| Tabela 6.  | Prednosti i nedostaci preše s centralnim mjehurom ili membranom.             | 10 |
| Tabela 7.  | Prednosti i nedostaci pneumatske membranske preše.                           | 11 |
| Tabela 8.  | Prednosti i nedostaci preše s membranom i centralnim kanalima.               | 11 |
| Tabela 9.  | Usporedba vrijednosti za različite cikluse kontinuiranog prešanja [2].       | 12 |
| Tabela 10. | Tehnički podaci za vertikalne hidrauličke preše DIEMME serije "Vintage" [8]. | 14 |
| Tabela 11. | Tehnički podaci za membranske preše DIEMME serije "Velvet XZ" [8].           | 21 |
| Tabela 12. | Tehnički podaci za membranske preše DIEMME serije "Velvet T" [8].            | 24 |
| Tabela 13. | Tehnički podaci za membranske preše DIEMME serije "Tecnova" [8].             | 26 |
| Tabela 14. | Tehnički podaci za otvorene membranske preše L-INOX [10].                    | 27 |
| Tabela 15. | Morfološka matrica   | 36 |
| Tabela 16. | Vrednovanje koncepata.   | 43 |
| Tabela 17. | Karakteristike šavnog kvadratnog profila.                                    | 44 |
| Tabela 18. | Karakteristike klipnog kompresora GAST 72R.                                  | 67 |
| Tabela 19. | Karakteristike pneumatskog crijeva PAN-10X1,5-NT.                            | 68 |
| Tabela 20. | Karakteristike upravljačkog ventila FESTO H-5-1/4-B.                         | 70 |
| Tabela 21. | Dimenzije filtra/prigušivača FESTO LFU-1/4.                                  | 71 |
| Tabela 22. | Karakteristike filtra/prigušivača FESTO LFU-1/4.                             | 72 |
| Tabela 23. | Karakteristike nepovratnog ventila H-1/4-B.                                  | 73 |
| Tabela 24. | Karakteristike nepovratnog ventila H-1/4-B.                                  | 74 |
| Tabela 25. | Dimenzije spojnog koljena NPFC-T-3G14-F.                                     | 75 |
| Tabela 26. | Karakteristike spojnog koljena NPFC-T-3G14-F.                                | 76 |
| Tabela 27. | Dimenzije spojnog koljena NPQH-T-G14-Q10-P10.                                | 77 |
| Tabela 28. | Karakteristike spojnog koljena NPQH-T-G14-Q10-P10.                           | 77 |
| Tabela 29. | Karakteristike sigurnosnog ventila LR-1/4-QS-10.                             | 78 |

**POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| DR-MS-2014-S001   | PNEUMATSKA PREŠA            |
| DR-MS-2014-S002   | SKLOP BUBNJA                |
| DR-MS-2014-S003   | SKLOP OTVORA BUBNJA         |
| DR-MS-2014-S004   | SKLOP UPRAVLJAČKE KUTIJE    |
| DR-MS-2014-S005   | SKLOP NOSIVOG OKVIRA        |
| DR-MS-2014-S006   | SKLOP POLUGE BUBNJA         |
| DR-MS-P001        | GRANIČNIK KRETANJA BUBNJA   |
| DR-MS- S002-P001  | DNO BUBNJA                  |
| DR-MS- S002-P002  | PLAŠT BUBNJA                |
| DR-MS- S002-P003  | UZDUŽNI RUBNI PROFIL        |
| DR-MS- S002-P004  | UZDUŽNI CENTRALNI PROFIL    |
| DR-MS- S002-P005  | RADIJALNI PRSTEN - VODILICA |
| DR-MS- S002-P006  | NOSAČ LEŽAJA BUBNJA         |
| DR-MS- S002-P007  | KLIZNI LEŽAJ                |
| DR-MS- S002-P008  | PROFIL MEMBRANE             |
| DR-MS-S003- P001  | PLAŠT OTVORA BUBNJA         |
| DR-MS- S003- P002 | UZDUŽNI PROFIL OTVORA       |
| DR-MS- S003- P003 | RADIJALNI PROFIL OTVORA     |
| DR-MS- S003- P004 | RUČKA OTVORA                |
| DR-MS- S003- P005 | MALI GRANIČNIK OTVORA       |
| DR-MS- S003- P006 | VELIKI GRANIČNIK OTVORA     |
| DR-MS-S004-P001   | UPRAVLJAČKA KUTIJA          |
| DR-MS-S004-P002   | POKLOPAC UPRAVLJAČKE KUTIJE |
| DR-MS-S005-P001   | KUTNI UKRUT                 |
| DR-MS-S005-P002   | NOSAČ LEŽAJA                |
| DR-MS-S006-P001   | POLUGA BUBNJA               |
| DR-MS-S006-P002   | VRATILO BUBNJA              |

## POPIS OZNAKA

| Oznaka               | Jedinica             | Opis   |
|----------------------|----------------------|--|
| A                    | [mm <sup>2</sup> ]   | površina                                     |
| a                    | [mm]                 | debljina zavora                              |
| A <sub>1</sub>       | [mm <sup>2</sup> ]   | površina prvog zavora                        |
| A <sub>2</sub>       | [mm <sup>2</sup> ]   | površina drugog zavora                       |
| A <sub>baze</sub>    | [mm <sup>2</sup> ]   | površina baze valjka                         |
| A <sub>ležaja</sub>  | [mm <sup>2</sup> ]   | površina kliznog ležaja                      |
| A <sub>profila</sub> | [mm <sup>2</sup> ]   | površina profila                             |
| A <sub>zav  </sub>   | [mm <sup>2</sup> ]   | površina zavora paralelnog sa zavarom        |
| A <sub>zavar</sub>   | [mm <sup>2</sup> ]   | površina zavora                              |
| A <sub>zavar  </sub> | [mm <sup>2</sup> ]   | površina zavora paralelna sa dužinom zavora  |
| c                    | [mm]                 | dodatak debljini zbog korozije               |
| D                    | [mm]                 | vanjski promjer bubnja                       |
| d                    | [mm]                 | unutarnji promjer bubnja                     |
| d <sub>srednji</sub> | [mm]                 | srednji promjer                              |
| D <sub>U</sub>       | [mm]                 | unutarnji promjer                            |
| D <sub>V</sub>       | [mm]                 | vanjski promjer                              |
| E                    | [N/mm <sup>2</sup> ] | modul elastičnosti                           |
| F <sub>A</sub>       | [N]                  | sila u osloncu A                             |
| F <sub>B</sub>       | [N]                  | sila u osloncu B                             |
| h <sub>L</sub>       | [mm]                 | širina kliznog ležaja                        |
| i                    | [mm]                 | radijus tromosti                             |
| I <sub>X</sub>       | [mm <sup>4</sup> ]   | moment tromosti presjeka oko osi x           |
| I <sub>Y</sub>       | [mm <sup>4</sup> ]   | moment tromosti presjeka oko osi y           |
| I <sub>Z</sub>       | [mm <sup>4</sup> ]   | moment tromosti presjeka oko osi z           |
| I <sub>zavar</sub>   | [mm <sup>4</sup> ]   | moment tromosti zavora                       |
| l                    | [mm]                 | duljina bubnja                               |
| l <sub>Lmin</sub>    | [mm]                 | minimalna dužina kliznog ležaja              |
| m <sub>bubnja</sub>  | [kg]                 | masa praznog bubnja                          |
| M <sub>C</sub>       | [Nm]                 | moment u točki C                             |
| M <sub>f</sub>       | [Nmm]                | moment fleksije                              |
| M <sub>krit</sub>    | [Nm]                 | moment u kritičnom presjeku                  |
| m <sub>maks</sub>    | [kg]                 | najveća masa bubnja                          |
| n                    | [N/mm <sup>2</sup> ] | normalna naprezanja okomita na ravninu spoja |
| p                    | [bar]                | tlak   |

|                    |            |  |
|--------------------|------------|--|
| $p_{dop}$          | $[N/mm^2]$ | dopušteni površinski pritisak                      |
| $R_m$              | $[N/mm^2]$ | vlačna čvrstoća                                    |
| $R_{p0,2}$         | $[N/mm^2]$ | granica razvlačenja                                |
| $s$                | $[mm]$     | debljina stjenke                                   |
| $S$                | $[-]$      | faktor sigurnosti                                  |
| $V$                | $[-]$      | koeficijent slabljenja zavar                       |
| $V_{bubnja}$       | $[m^3]$    | volumen bubnja                                     |
| $W$                | $[mm^3]$   | moment otpora presjeka                             |
| $w$                | $[mm]$     | progib   |
| $W_X$              | $[mm^3]$   | moment otpora presjeka oko osi x                   |
| $W_Y$              | $[mm^3]$   | moment otpora presjeka oko osi y                   |
| $W_Z$              | $[mm^3]$   | moment otpora presjeka oko osi z                   |
| $W_{zavar}$        | $[mm^3]$   | moment otpora zavar                                |
| $y$                | $[-]$      | koeficijent oblika dna                             |
| $\beta$            | $[-]$      | faktor ovisan o debljini zavar                     |
| $\lambda$          | $[-]$      | vitkost profila                                    |
| $\rho_{maks}$      | $[kg/m^3]$ | najveća gustoća smjese                             |
| $\sigma$           | $[N/mm^2]$ | opterećenje  |
| $\sigma_{\perp}$   | $[N/mm^2]$ | normalna naprezanja okomita na pravi presjek zavar |
| $\sigma_{izv}$     | $[N/mm^2]$ | naprezanje u nosaču (izvijanje)                    |
| $\sigma_k$         | $[N/mm^2]$ | kritično naprezanje nosača (izvijanje)             |
| $\sigma_{maks}$    | $[N/mm^2]$ | najveće savojno opterećenje                        |
| $\sigma_{red}$     | $[N/mm^2]$ | reducirano naprezanje u zavaru                     |
| $\sigma_{Zdop}$    | $[N/mm^2]$ | dopušteno naprezanje u zavaru                      |
| $\tau_{\parallel}$ | $[N/mm^2]$ | tangencijalno naprezanje u smjeru dužine zavar     |
| $\tau_{\perp}$     | $[N/mm^2]$ | tangencijalno naprezanje okomito na dužinu zavar   |

## SAŽETAK

Ovaj rad će ukratko objasniti tehnologije prešanja grožđa, njihove prednosti i nedostatke, te kroz pregled postojećih rješenja na tržištu pokušati objasniti situacije u kojima određene tehnologije imaju prednost nad ostalim. U našem slučaju radi se o manjoj preši malog radnog kapaciteta koja je pogodna za hobiste i manje vinare. Uobičajen način pogona manjih preša je ljudski rad kojim se zakretanjem poluge proizvodi moment u vijčanom vretenu koje preko potisne ploče vrši pritisak na grožđe, neke manje preše koriste priključak na vodovod te koriste tlak vode kao sredstvo rada. Tehnologija rada preše na kojoj je fokus u ovom radu je pneumatski mjehur koji se punjenjem zrakom širi i tako stvara pritisak na smjesu grožđa, glavni pogon preše čini električni motor koji pogoni zračni kompresor. Maksimalni radni tlak ne bi trebao prelaziti 2 bara a radni volumen  $1\text{m}^3$ .

Odabran koncept bi trebao biti što jednostavnije konstrukcije sa što jeftinijim dijelovima dok bi proces punjenja, prešanja, pražnjenja i čišćenja preše trebao biti maksimalno pojednostavljen i prilagođen prosječnom korisniku.

Nakon razrade koncepata i odabira rješenja provesti će se i konstrukcijska razrada prema kojoj će se pristupiti izradi 3d modela i pripadajuće tehničke dokumentacije.

Ključne riječi: pneumatska preša, membranska preša, grožđe, preša, prešanje grožđa

## 1. UVOD

Gotovo da i ne postoji osoba koja nije probala jedan od najstarijih poljoprivrednih proizvoda, vino, alkoholno piće koje se dobiva fermentacijom grožđa. Vino je jedno od najpopularnijih alkoholnih pića u svijetu, a smatra se i jednim od najvažnijih sastojaka europskih i svih mediteranskih kuhinja. Jedna od ključnih faza proizvodnje vina je prešanje grožđa, to je jedna od početnih faza u kojima se definira kemijski sastav ocijeđenog soka o čemu ovisi kvaliteta konačnog proizvoda, vina.

U procesu nastajanja vina prešanje čini nezaobilazan korak. Preše za vino koje su danas u upotrebi se značajno razlikuju po tehnologiji rada, kapacitetu, cijeni i kvaliteti prešanja. Ne postoji univerzalna preša koja objedinjuje sve ove karakteristike, kao i obično cijena je ta koja balansira ostale karakteristike a ona je prvenstveno određena primjenom. Cijene preša se kreću od 100 eura za male amaterske vijčane preše s košarom do više od 100.000 eura za velike membranske preše sa kontroliranom atmosferom, velikim radnim kapacitetima i visokom kvalitetom dobivenog soka.

Moderne preše mogu biti male, ručno upravljane preše jednostavne konstrukcije ali i iznimno kompleksni automatski sustavi kakvi se najčešće koriste u velikim vinarijama. Tehnologije rada nekih osnovnih preša (vijčane) se nisu mijenjale već 2000 godina, mijenjaju se materijali i kvaliteta izrade, dok s druge strane automatizacija i razvoj računala neke preše čine pravim radnim centrima koji zahtijevaju nadzor tek jedne osobe.

## 2. VINSKE PREŠE

Cilj ovog poglavlja je predstaviti različite tehnike i načine prešanja grožđa koji su se koristili kroz povijest i koji se trenutno koriste u industriji proizvodnje vina te napraviti podjelu preša prema načinu rada i primjeni. Sve vrste preša će osim osnovnog opisa rada imati jasno definirane tabele sa prednostima i nedostacima što je nužno za njihovu međusobnu usporedbu. Iako je često vrlo teško uspoređivati neke tehnički vrlo različite koncepte njihova osnovna namjena to zahtjeva, treba naglasiti da su vinske preše, iako usporedive po većini parametara, često idejno različite te se neke preše ne mogu koristiti u određenim situacijama u kojima neke druge preše briljiraju. Čitava industrija proizvodnje vinskih preša radi na unapređenju kvalitete prešanja uz standardne zahtjeve za smanjenje troškova, brzine, energije i cijene koštanja po jedinici obrađene mase grožđa.

### 2.1. Svrha prešanja grožđa

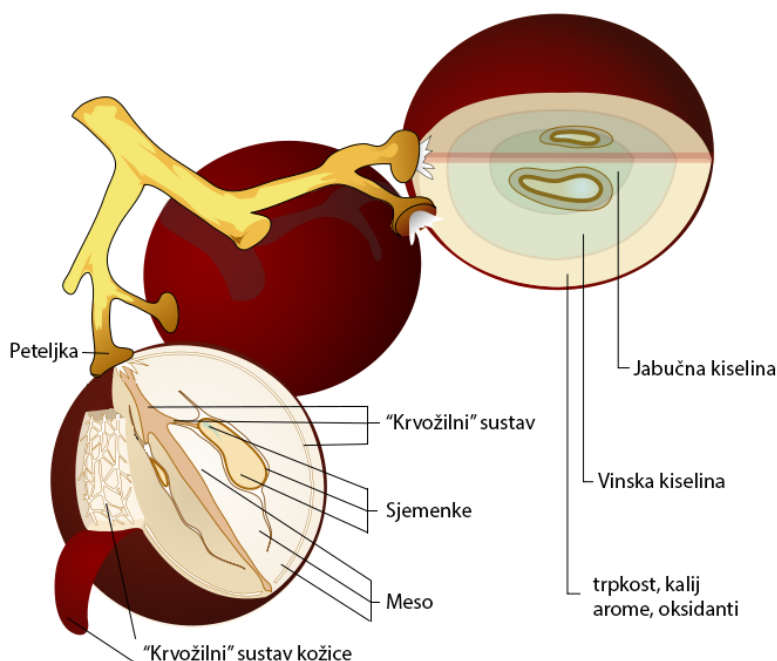
Osnovna svrha prešanja grožđa je separacija soka od kože i pulpe (srži) koja se ne događa prirodnim putem, ne bez primjene većih sila (pritisaka). Sastav soka prilikom prešanja nije jednak, sok koji se ocijedi pod vlastitom masom je ima drugačiji sastav od soka koji se ocijedi u kasnijim fazama prešanja, ova činjenica je poznata od samih početaka prešanja grožđa. Te razlike mogu biti pozitivne ali i negativne (kiselost, viši pH indeks, više nepoželjnih kemijskih spojeva iz kože, peteljke i srži). Ove razlike se dodatno povećavaju uzimajući u obzir ostale parametre koji utječu na kvalitetu prešanja poput stanja grožđa, načina doziranja pritiska, vrste preše te trganja kože. Upravo trganje kože, kao nešto što se u najvećoj mjeri pokušava izbjeći, ima za posljedicu izlučivanje najnepovoljnijih kemijskih spojeva u sok koji u kasnijim fazama proizvodnje vina dovode do lošije kvalitete konačnog proizvoda.

Najviša kvaliteta vina je nazvana slobodno cijedenje (eng: free run) [1], to je iscjedak koji je nastao pod vlastitom težinom grožđa koji se formira prilikom punjenja košare preše. Ovo vino je svjetlije i po boji i po ukusu i obično se držalo odvojeno od ostalog prešanog vina. Dugo vremena se smatralo da se vrhunsko vino može dobiti samo od soka slobodnog cijedenja (Rimljani i Grci), danas znamo da to nije istina i da je miješanje sa srednjim frakcijama cijedenja nužno radi dobivanja vina maksimalne kvalitete. Sok koji se dobije slobodnim cijedenjem se može fermentirati odvojeno te se kasnije miješati sa vinom (ima) dobivenim u drugima fazama (frakcijama). Broj varijacija je gotovo beskonačan a mnoge su i



tajna vinara. Glavna razlika vina slobodnog cijedenja i vina dobivenog prešanjem je ta da prešano vino ima manje udjele kiselina, više udjele kalija i više pH vrijednosti te više fenolnih spojeva i krutih tvari [2].

Svaka bobica (ili bob) grožđa baš poput ostalog voća ima koru, meso, sjemenke, peteljku i žile [Slika 1]. Idealno bi bilo kada bi se kora (kožica), peteljka i sjemenke mogle odstraniti bez da dođe do miješanja njihovih kemijskih spojeva sa sokom iz mesa, nažalost ovo nije moguće i mora se napraviti kompromis o brzini i načinu prešanja (i drobljenja) ovisno o željenoj kvaliteti vina.



**Slika 1. Shema presjeka boba grožđa i njegov sastav [3].**

Vinske preše koje rade u ciklusima u pravilu daju bolju kvalitetu soka od kontinuiranih preša zbog manjeg trganja kože. Ponekad je nužno da zbog količine nepovoljnih kemijskih spojeva ocijedenog soka taj sok prolazi kroz filtraciju prije početka sljedeće faze u proizvodnji vina. Isto tako često su potrebne korekcije kiselosti zbog povećanog pH indeksa soka kasnijih faza prešanja.

## **2.2. Osnovna podjela preša za grožđe**

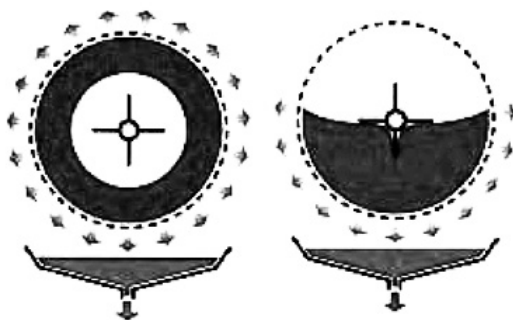
Glavna podjela tehnologija prešanja grožđa se može svesti na kontinuirano prešanje i prešanje u ciklusima ili serijama (eng: batch). Prije nego se opišu ove dvije skupine sa pripadajućim prešama treba istaknuti da sve do sredine sedamdesetih godina prošlog stoljeća nije bilo moguće proizvoditi velike količine vrlo kvalitetnog soka, upravo radi gore opisanog

problema. U tom periodu su se pojavile membranske preše koje su napravile malu revoluciju u proizvodnji vina. Do tada su se za velike količine grožđa i masovnu proizvodnju koristile isključivo kontinuirane vijčane preše čiji produkt nije mogao kvalitetom pratiti manje ciklusne preše, membranske preše su omogućile do tada nezamislivo. Iako se još koriste, vijčane preše se polako zamjenjuju nekom vrstom membranske preše što zbog zahtjeva tržišta za kvalitetnijim proizvodom toliko i zbog pada cijena membranskih vinskih preša.

### 2.2.1. Radni i korisni volumen preše

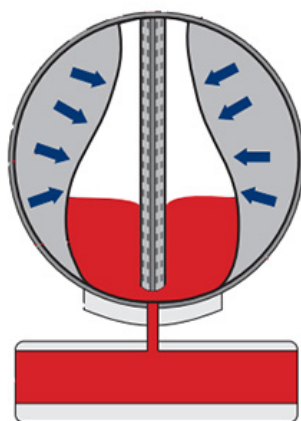
Većina preša koristi valjak kao radni volumen, problem sa vijčanim prešama (sa košarom) je što jedna baza valjka služi kao fiksni oslonac (donja) a druga kao pomični oslonac (gornja) čime se efektivno gubi velik dio korisne (radne) površine valjka. Rješenje ovog problema produljenjem visine valjka izaziva nova dva problema, preveliko izvijanje bočnog plašta i nepraktično punjenje te pražnjenje radnog volumena (uz manju iskoristivost smjese jer je debljina sloja smjese velika i za adekvatno cijedenje zahtjeva ekstremni visoke tlakove). Ovome se doskočilo idejom o horizontalno polegnutom valjku (košari) i primicanjem obje baze, rezultat je bolja karakteristika prešanja ali nepraktičnost smještaja u prostoru.

Pneumatske preše sa mjehurom, bočnim ili centralnim imaju puno bolje omjere površina koje pritišću i koje služe kao sito. Osim omjera površina puno je važnija debljina sloja smjese koja se preša, jer što je sloj tanji to je kvalitetnije i brže prešanje sa manje utrošene energije. Usporedni prikaz ova dva načina rada govori da je pneumatska preša sa centralnim mjehurom puno bolje iskoristila prostor [3], što je velika prednost ali ne nužno i bolje konstrukcijsko rješenje.



**Slika 2. Sheme pneumatskih preša sa centralno i bočno smještenim mjehurima [3].**

Postoje i preše čiji plašt (mjehur) pritišće smjesu od stijenki bubnja prema unutra a specijalni perforirani volumeni odvođaju sok u vanjske spremnike [5].



**Slika 3. Shema pneumatske preše sa mjehurom i centralnim otvorima [5].**

### **2.3. Serijske (ciklusne) preše**

Serijske ili ciklusne preše rade u ciklusima koji mogu biti mehanizirani ili ručni:

- punjenje bubnja ili košare smjesom
- primjena pritiska
- rotacija bubnja ili ručno miješanje smjese
- ponovna primjena pritiska (većeg)
- po potrebi ponavljati prethodne dvije radnje
- pražnjenje

Pritisak se obično poveća do maksimalno 4 do 6 bara u periodu od 1 do 2 sata čime se istisne gotovo sav sok iz mase grožđa. Nakon pražnjenja preše sok se obično cijedi u tank iz kojeg se slijeva ili pumpa u neki drugi spremnik. Količina pritiska i brzine ovisi o željama vinara ali treba naglasiti da svako daljnje povećanje tlaka povećava šansu da koža i sjemenke puste svoje spojeve koji će vino učiniti gorkijim. Postoji više tipova serijskih preša, svaka sa svojim prednostima i manama. Dva glavna tipa su Preša s košarom (eng: basket press) i pneumatska preša (s membranom sa strane (eng: membrane press) ili centru (eng: bladder press)).

Ukratko može se zaključiti da serijske preše daju najbolju kvalitetu soka ali im je radni kapacitet manji nego kod kontinuiranih preša. Zadnjih 20-ak godina se primjenjuju serijske preše (membranske) jako velikih radnih kapaciteta (radni volumeni preko  $10\text{m}^3$ ) koje uz vrlo visoku kvalitetu soka daju usporedivo dobre radne kapacitete, prema kretanju tržišta daje se naslutiti da će se ovakav trend nastaviti i u budućnosti te da će velike membranske preše i dalje istiskivati iz uporabe sve vrste kontinuiranih preša.

**Tabela 1. Usporedba vrijednosti za različite cikluse serijskog prešanja [2].**

| Komponenta                 | Slobodno cijeđenje | 1. ciklus prešanja | 3. ciklus prešanja | 9. ciklus prešanja |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| pH                         | 3,07               | 3,2                | 3,29               | 3,35               |
| Titracijska kiselost (g/l) | 10,7               | 9,35               | 9,25               | 9,1                |
| Fenolni spojevi (mg/l)     | 357                | 386                | 439                | 440                |
| Čvrste tvari (g/l)         | 39,1               | 19,1               | 15,4               | 9,2                |

**2.3.1. Preše s košarom i navojnom vretenom**

Ovo su najpopularnije preše kod hobista i amatera, konstrukcija i način rada ovih preša se nije mijenjao jako dugo vremena, postoje minimalne varijacije vezano za pozicioniranje i način vođenja navojnog vretena i/ili radnog člana. Prednosti ove preše su mala masa, niska cijena i relativna jednostavnost (izrade i korištenja). Mane su joj mala efikasnost, visoka ovisnost o ljudskom radu i nestabilnost (zbog male mase).

Glavni problem dolazi zbog potrebe za velikim momentom (silom) na radnom članu (matici vretena) da se zadovolji potreba za dovoljnim pritiskom na smjesu zbog lošeg oblika (iskoristivosti površina) i spore prirode cijeđenja smjese. Velike sile koje se razvijaju žele slomiti košaru pa često kada se malo pretjera u radu dolazi do zvukova (kvrcanje drveta) što znači da treba prestati primjenjivati daljnju silu i pričekati da je smjesa ocijedi. Veliki problem ove vrste preše je i centriranje (horizontalno) radne ploče zbog neujednačene tvrdoće podloge (smjese) što ako se ne pazi može dovesti do loma košare.

**Tabela 2. Prednosti i nedostaci preše s košarom i navojnim vretenom.**

| Prednosti  |
|--|
| Imaju "nježan" pritisak što daje manji udio negativnih kemijskih spojeva           |
| Vrlo su jeftine i jednostavne  |
| Nedostaci  |
| Otvorena konstrukcija znači i veće izlaganje kisiku                                |
| Zbog konstrukcije nije previše higijenska  |
| Sastav "kolača" nije dobar jer ostavlja nedovoljno ocijeđenu jezgru                |
| Zahtijevaju najviše vremena po količini prešanog grožđa                            |
| Zahtijevaju veliku količinu ljudskog rada prilikom punjenja, prešanja i pražnjenja |

### 2.3.2. Preše s košarom i hidrauličkim pogonom

Ovdje vrijede pravila lično kao i za prethodnu prešu (sa navojnim vretenom). Samo su radni volumen a time i količina smjese dosta veći (u nekim slučajevima i višestruko veći) što ima za potrebu jako velike pritiske koji dolaze preko, najčešće jednog ali može i više hidrauličkih cilindara. Tlakovi se kreću oko 300-400 bara a košare su u pravilu metalne kako bi izdržale velike sile sabijanja smjese.

Za pogon ovih preša se najčešće koriste elektro motori (za manje preše jednofazni a za industrijske trofazni) koji pokreću hidrauličku pumpu koja pogoni cilindre. Radni ciklusi ovih preša su relativno spori zbog prirode cijedenje grožđa i visokih sila prilikom prešanja.

U pravilu se izvode kao vertikalno postavljene košare zbog lakše manipulacije prilikom punjenja i pražnjenja jer je pristup osiguran samo sa strane jedne baze valjka (košare).

Za razliku od preša koje koriste navojno vreteno ove preše nemaju problema sa stabilnošću, što zbog velike mase a što zbog poništavanja momenata i sila (u vertikalnom smjeru) zbog čega se često radi o masivno dimenzioniranoj čeličnoj konstrukciji, recimo da često i masa konstrukcije potpomaže prešanju smjese.

**Tabela 3. Prednosti i nedostaci preše s košarom i hidrauličkim pogonom.**

| Prednosti  |
|--|
| Imaju "nježan" pritisak što daje manji udio negativnih kemijskih spojeva   |
| Relativno su jeftine, ovisno o radnom volumenu   |
| Nedostaci  |
| Otvorena konstrukcija znači i veće izlaganje kisiku  |
| Zbog konstrukcije nije previše higijenska  |
| Sastav "kolača" nije dobar jer ostavlja nedovoljno ocijeđenu jezgru  |
| Zahtijevaju najviše vremena po količini prešanog grožđa  |
| Zahtijevaju veliku količinu ljudskog rada el. energije prilikom punjenja, prešanja i pražnjenja, nezgodne za manipulaciju. |

### 2.3.3. Preše s košarom i vodenim mjehurom

Ovaj tip preša postao je popularan u zadnjih nekoliko godina, prvenstveno zbog male potrebe za ljudskim radom (nema okretanja vretena kao kod preša sa navojnim vretenom). Preša ima mjehur koji se spoji na vodovod i tako se puni vodom, kada je proces prešanja

završen jednostavno se zatvori dovod vode otvori se slavina za puštanje vode iz mjehura, sve ostalo je gotovo identično preši sa navojnim vretenom.

Cijena je vrlo niska, masa preše isto tako a nema niti problema sa stabilnošću jer je raspodjela sile simetrična i sama sebe poništava. Radni tlakovi ovih preša su oko 2,5 bara (maksimalno do o 3).

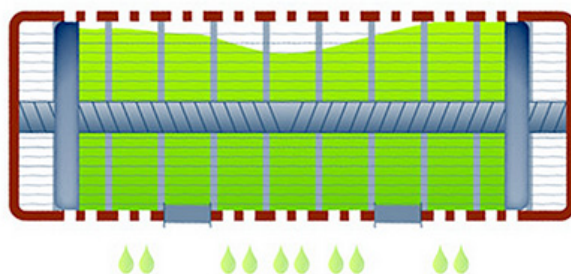
Treba napomenuti da ovdje tlak vode postepeno povećava volumen mjehura neovisno o homogenosti smjese, kada se tlak ujednači nakon nekog vremena proces prešanja je gotov, ne treba se kao kod vijčanog vretena paziti da se sila dozira u serijama već priroda fluida (kao i kod hidrauličke preše) sama obavlja veći dio kontrole prešanja (odnosa brzine smanjenja radnog volumena i primijenjene sile). Konstrukcija ovih preša je vrlo lagana a održavanje izuzetno jednostavno, potencijalno nepremostiv problem je ovisnost o priključku na vodovod.

**Tabela 4. Prednosti i nedostaci preše s košarom i vodenim mjehurom.**

| <b>Prednosti</b>   |
|--|
| Imaju "nježan" pritisak što daje manji udio negativnih kemijskih spojeva |
| Vrlo su praktične i jednostavne za korištenje                            |
| <b>Nedostaci</b>   |
| Otvorena konstrukcija znači i veće izlaganje kisiku                      |
| Zbog konstrukcije nije previše higijenska                                |
| Sastav "kolača" nije dobar jer ostavlja nedovoljno ocijeđenu jezgru      |
| Zahtijevaju najviše vremena po količini prešanog grožđa                  |
| Zahtijevaju priključak na vodovod  |
| Teže se čiste i prazne od sličnih preša s košarom                        |

#### **2.3.4. Horizontalne preše s košarom**

Vrlo rijetka preša, komplicirane izvedbe koristi se za veće prešanje većih količina grožđa od ostalih preša s košarom. Postoji više varijacija, pogon vretenom sa lijevim i desnim navojem [Slika 4], hidrauličkim ili pneumatskim pogonom. Okretanjem radnog vretena primiču se ploče i smanjuje radni volumen a sok (mošt) se cijedi kroz perforacije na bubnju i slijeva u prostor za sakupljanje soka. Ove preše (varijante sa navojnim vretenom) su vrlo nepraktične za korištenje jer ih za velike radne kapacitete nadmašuju pneumatske preše sa membranama ili mjehurima.



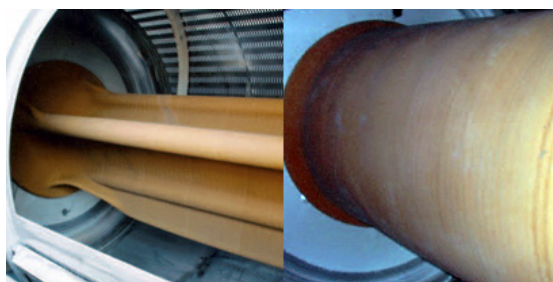
Slika 4. Preša sa horizontalno smještenom košarom [6].

Tabela 5. Prednosti i nedostaci horizontalne preše s košarom.

| Prednosti  |
|--|
| Imaju "nježan" pritisak što daje manji udio negativnih kemijskih spojeva |
| Za prešu sa košarom imaju dobru iskoristivost prešanja                   |
| Nedostaci  |
| Otvorena konstrukcija znači i veće izlaganje kisiku                      |
| Zbog konstrukcije nije previše higijenska                                |
| Sastav "kolača" nije dobar jer ostavlja nedovoljno ocijeđenu jezgru      |
| Zahtijevaju najviše vremena po količini prešanog grožđa                  |
| Vrlo komplicirana i nepraktična izvedba                                  |
| Zauzimaju više mjesta od sličnih preša                                   |
| Najviša cijena po radnom kapacitetu od svih preša s košarom              |

### 2.3.5. Pneumatske preše sa centralnim mjehurom ili membranom

Ovaj tip preša imaju najbolju iskoristivost radnog volumena, pritisak je ravnomjeran u svim smjerovima od središnje osi bubnja preše prema van. Uz najmanje tlakove omogućavaju odlično prešanje i veliku iskoristivost. Mana im je što prilikom punjenja i pražnjenja centralni mjehur smeta (kod manjih preša, veće se automatski prazne otvaranjem i zakretanjem bubnja), ovaj tip preša se vrlo lako održava.



Slika 5. Pneumatska preša sa centralnom membranom [7].

Mana joj je visoka cijena, koja kad se uzme u obzir kvaliteta dobivenog soka (mošta) i velik radni kapacitet i nije toliko visoka. Verzija sa centralnom membranom je pogodnija za automatski ukrcaj jer lakše izdržava silu velike količine grožđa pri padu sa visine od 1-2 metra (sa trake ili korpe radnog stroja).

**Tabela 6. Prednosti i nedostaci preše s centralnim mjehurom ili membranom.**

| Prednosti  |
|--|
| Imaju najfiniji pritisak od svih vrsta preša općenito  |
| Najbolja površina pritiskanja (najveća)  |
| Najmanje štetnih kemijskih spojeva u soku  |
| Nedostaci  |
| Najkritičniji dio preše je membrana koja je izložena peteljka i ostalim tvrdim primjesama (neplaniranim) u grožđu koje mogu izazvati probijanje što onemogućuje osnovnu funkciju preše |
| Visoka cijena početne investicije  |

### 2.3.6. Pneumatske preše sa membranom

Ovo su preše koje koriste membranu preko čitave polovice bubnja (uzdužno gledano), koja se punjenjem (obično zrakom iz atmosfere) širi i pritišće smjesu uz stjenke bubnja, iako nema teoretsku iskoristivost kao preše sa centralnom membranom ili bubnjem to nadoknađuje sa više ciklusa rada. Kada je jedan ciklus završio preša se zarotira oko osi valjka i tako razbije smjesu te ju opet počne tlačiti, time se osigurava maksimalna iskoristivost.

Ove preše postoje od vrlo malih radnih volumena pa sve do ogromnih dimenzija (preko 12t smjese i preko 2m promjera bubnja [Slika 6]. Radni tlakovi su oko 2 bara što kad se uzme površina membrane na koju tlak djeluje daje vrlo velike sile i dobro prešanje smjese. Ovo su najskuplje od svih preša za grožđe, veliki modeli imaju cijeni i preko 100.000,00 €



**Slika 6. Membranska pneumatska preša [8].**



Veliki radni volumeni ovih preša anuliraju sporost osnovnog načina rada (u serijama ili *batchevima*), sposobnost da se 10t grožđa obradi u jednom radnom ciklusu je fascinantna, k tome kvaliteta dobivenog soka (mošta) je mjerljiva sa najfinijim hidrauličkim prešama sa košarom. Ovaj tip preša će biti malo detaljnije objašnjen u sljedećem poglavlju.

**Tabela 7. Prednosti i nedostaci pneumatske membranske preše.**

| Prednosti                                      |
|--|
| Gotovo identične prešama s centralnim mjehurom |
| Nedostaci                                      |
| Gotovo identične prešama s centralnim mjehurom |

### 2.3.7. *Pneumatske preše sa membranom i centralnim kanalima*

Ovo je pokušaj (vrlo uspješan) da se spoje načini rada prethodne dvije preše, točnije da se obuhvate prednosti jednog i drugog načina rada [Slika 3]. Tu se prvenstveno misli na iskoristivost radnog volumena kod preša sa centralnim mjehurom i velikog kapaciteta membranske preše.

Način rada je takav da membrana obavlja čitav radni volumen bubnja a tlak zraka ju odvaja od stijenki i primiće centru bubnja, tako da se smjesa sažima prema centru bubnja. U centru bubnja su smješteni otvori (vodilice za sok) koji značajno doprinose cirkulaciji soka iz smjese u otvore za odvodnju soka (one čine tunel koji je uvijek slobodan za protok soka do otvora na bubnju). Kanali za odvodnju su smješteni vertikalno tako da čim sok dopre do stijenke kanala ima otvoren prolaz prema otvoru na dnu bubnja. Važna karakteristika ove preše je da 80% soka može biti ocijeđeno uz uporabu tlaka od samo 0,2 bara [5]. Još jedna korisna karakteristika je mogućnost prešanja male količine grožđa sa velikom efikasnošću.

**Tabela 8. Prednosti i nedostaci preše s membranom i centralnim kanalima.**

| Prednosti   |
|---|
| Teoretski imaju najbolje iskorištenje grožđa                                    |
| Vrlo dobra površina pritiska  |
| Često se koriste sa kontroliranom atmosferom što daje maksimalnu kvalitetu soka |
| Nedostaci   |
| Relativno su rijetke  |
| Vrlo visoka cijena  |

### 2.3.8. Ostale preše

Preše nabrojane u ovom poglavlju čine manji dio preša koje se danas koriste, postoji mnogo varijacija jer se često izrađuju u malim serijama i po specijalnim zahtjevima. Vinari koji prerađuju masovne količine grožđa sa ciljem proizvodnje vina srednje kvalitete će vjerojatno koristiti neku od kontinuiranih metoda prešanja dok za prerade masovnije količine grožđa za dobivanje kvalitetnog i vrhunskog vina to će biti membranska ili preša sa mjehurom. Za manje i srednje količine vrhunskog vina neki će odabrati hidrauličke preše sa košarom velikog kapaciteta dok će pojedinci i amateri odabrati male vijčane ili vodene preše s košarom.

### 2.4. Kontinuirane (protočne) preše

Za razliku od ciklusnih preša ove preše rade u kontinuitetu bez prekida ciklusa punjenja, pražnjenja i prešanja čime im se radni kapacitet značajno povećava. Ova vrsta preša se koristi u masovnoj proizvodnji vina manje i srednje kvalitete, tržišni udio ovih preša zadnjih godina opada u korist membranskih preša čiji kapacitet se polako povećava uz zadržanu visoku kvalitetu ocijedenog soka.

**Tabela 9. Usporedba vrijednosti za različite cikluse kontinuiranog prešanja [2].**

| Komponenta                 | Slobodno<br>cijedenje | 1. ciklus<br>prešanja | 2. ciklus<br>prešanja | 3. ciklus<br>prešanja |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| pH                         | 3,1                   | 3,2                   | 3,4                   | 3,5                   |
| Titracijska kiselost (g/l) | 8,9                   | 9,1                   | 8,8                   | 9,1                   |
| Fenolni spojevi (mg/l)     | 306                   | 607                   | 1142                  | 1988                  |
| Čvrste tvari (g/l)         | 46,2                  | 16,8                  | 27,9                  | 23,7                  |

### 3. ANALIZA POSTOJEĆIH RJEŠENJA NA TRŽIŠTU

U ovom poglavlju neće se obrađivati sve prethodno nabrojane vrste preša jer je lista velika pa tako i broj varijacija svake pojedine vrste. Obraditi će se jedna standardna vertikalna hidraulička preša kao predstavnik najzastupljenije vrste preša te će se fokus staviti na membranske preše, dvije manje (otvorena i zatvorena) te jednu vrlo veliku zatvorenu membransku prešu sa kontroliranom atmosferom. Radi praktičnosti sve obrađene preše su od istog proizvođača, talijanskog DIEMME-a [8] koji ima gotovo 100 godina dugu tradiciju i slovi za jednog od najboljih proizvođača opreme za vinare na svijetu. Membranske preše su budućnost prešanja grožđa koje od svoje pojave, prije 40-ak godina, do danas zauzimaju sve veći tržišni udio.

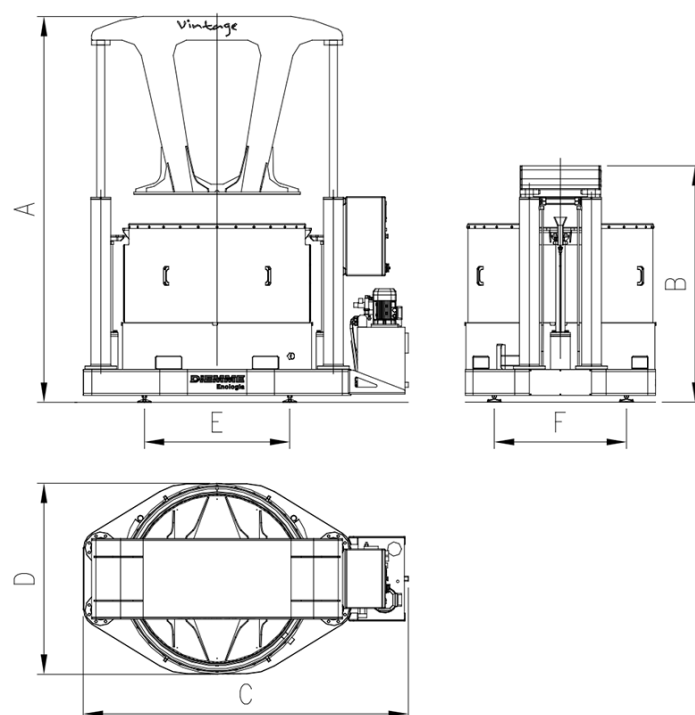
#### 3.1. Vertikalna hidraulička preša DIEMME model "Vintage"

Glavna karakteristika ove vertikalne hidrauličke preše je glava koja je odvojena od tijela preše pomoću hidrauličkih cilindara čime je izbjegnuta inače velik problem sa pravilnim dosjedom potisne ploče na smjesu grožđa zbog nehomogenosti i nepredvidivosti smjese. Transport preše je također značajno olakšan ovim konstrukcijskim rješenjem.

U ponudi firme DIEMME su tri modela Vintage serije (Vintage 5, 12 i 23) koji pokrivaju širok spektar radnih kapaciteta. Svi dijelovi preše koji su u direktnom doticaju sa grožđem i vinom su napravljeni od nehrđajućeg čelika (AISI 304) ili gume certificirane za upotrebu u prehrambenoj industriji.



Slika 7. Vertikalna hidraulička preša DIEMME model "Vintage" [8].



Slika 8. Shema vertikalne hidrauličke preše DIEMME model "Vintage" [8].

Tabela 10. Tehnički podaci za vertikalne hidrauličke preše DIEMME serije "Vintage" [8].

| TEHNIČKI PODACI                   | 5    | 12   | 23   |
|-----------------------------------|------|------|------|
| A (mm)                            | 2964 | 2920 | 3008 |
| B (mm)                            | 1827 | 1790 | 1877 |
| C (mm)                            | 1770 | 2460 | 2817 |
| D (mm)                            | 1080 | 1440 | 1850 |
| E (mm)                            | 990  | 1100 | 1400 |
| F (mm)                            | 568  | 1000 | 1200 |
| Kapacitet košare (l)              | 500  | 1200 | 2300 |
| Promjer košare (mm)               | 900  | 1280 | 1700 |
| Visina košare (mm)                | 990  | 970  | 1050 |
| Maksimalni radni tlak (bar)       | 6    | 6    | 6    |
| Snaga elektro motora (kW/50Hz)    | 1,5  | 1,5  | 3    |
| Težina prazne preše (kg)          | 1200 | 2215 | 3300 |
| Očekivana težina pune košare (kg) | 650  | 1600 | 2704 |
| Očekivana težina pune preše (kg)  | 1700 | 3415 | 5600 |

### 3.2. Zatvorena pneumatska membranska preša DIEMME model "Velvet XZ"

Zatvorene preše su u pravilu najkompliciranije i najskuplje preše jer imaju kontroliranu atmosferu kako ne bi došlo do pretjerane oksidacije soka koja je bitna u proizvodnji vrhunskih vina. Moderne verzije ovog tipa preše poput modela "Velvet" tvrtke DIEMME [Slika 9] su potpuno automatizirani sustavi za prešanje grožđa. Ovi tipovi preše su suštinski slični sa razlikama u detaljima koje prvenstveno zahtjeva vrsta finalnog proizvoda (svijetlo vino, tamno vino, šampanjac...) te veličini bubnja.



Slika 9. Zatvorena membranska pneumatska preša DIEMME serije "Velvet XZ" [8].

#### 3.2.1. Punjenje i pražnjenje preše

Otvori za punjenje i pražnjenje preša su jedan od najvažnijih dijelova svake preše, vrata moraju biti što veća kao bi olakšala proces punjenja i pražnjenja ali istodobno i vrlo čvrsta da izdrže radne tlakove prilikom prešanja.



Slika 10. Različita izvedba otvora za punjenje [8].

Postoji više mehanizama otvaranja i zatvaranja vrata preše ali u pravilu se radi o nekoj vrsti kliznih vodilica, manja vrata su na ručni pogon dok srednje i velike preše imaju pneumatski cilindar za koji vrši tu funkciju. Velike preše često imaju odvojen manji elektromotor sa kompresorom specifično za tu namjenu. Vrata moraju biti masivno dimenzionirana radi česte upotrebe i velikih površina koje prenašaju velike sile na bubanj.

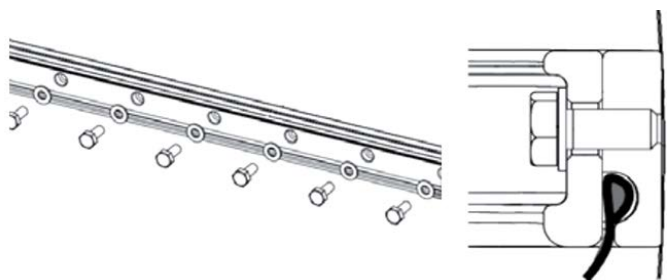
### 3.2.2. Membrana i odvodnja soka

Membrana je centralni dio svake membranske preše, ona razdvaja smjesu grožđa od zraka i mijenja odnos njihovih volumena. Izrađuje se od polimera (poliuretan-a) ojačanog vlaknima, vrlo je izdržljiva i prilagodljiva oblikom. Posebno je bitna prilagodljivost oblikom kod zatvorenih preša sa kanalima za odvođenje soka kada se prešaju manje količine kako bi iskoristivost bila zadovoljavajuća.



**Slika 11. Membrana i odvodni kanali [8].**

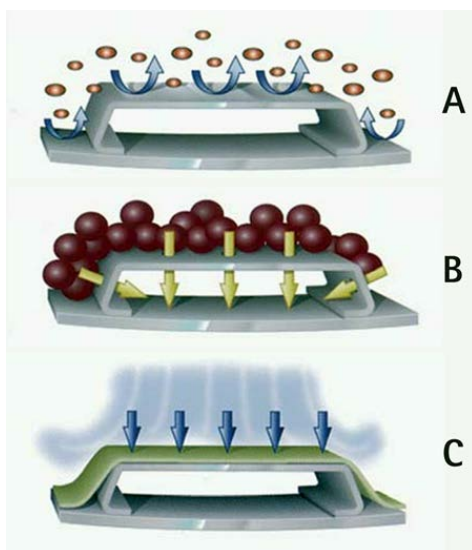
Ugradnja u bubanj mora biti vrlo jednostavna kao i naknadne izmjene koje se obavljaju jednom godišnje (kod održavanja, krpanja i mijenjanja). Način uklještenja membrane mora omogućiti savijanje membrane za 180° bez izazivanja pukotine kao i laku izmjenu. Svaka tvrtka ima svoj način učvršćenja membrane ali se većina svodi na princip sa slike [Slika 12] koji se sastoji od letve zavarene na unutarnju stjenku bubnja i njezinog para (druge letve) koje kada su spojene vijcima drže membranu čvrsto u svojim žljebovima. Vrlo gust raspored vijaka po obodu letve je zbog nepropuštanja zraka u prostor sa grožđem.



**Slika 12. Način učvršćenja membrane za bubanj [8].**

Karakteristika svih zatvorenih preša je puna stjenka bubnja koja je inače perforirana i služi za procjeđivanje soka. Kako bi se sok mogao ocijediti u zatvorenoj preši postoje specijalni perforirani kanali koji obavljaju tu funkciju [Slika 11]. Kanali mogu biti uzdužni smješteni po obodu bubnja u smjeru osi bubnja te se na krajevima spajaju u zajednički odvodni vod. Ovi kanali moraju zadovoljiti tri bitne stvari:

- A. moraju biti otporni na koroziju i sakupljanje taloga
- B. moraju imati sposobnost propuštanja velike količine soka
- C. moraju omogućiti prešanja malih količina



**Slika 13. Karakteristike uzdužnih kanala za odvodnju soka [8].**

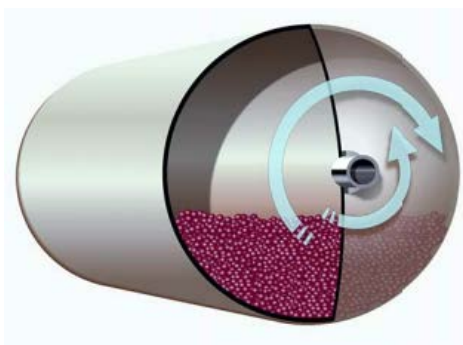
Postoje modeli zatvorenih membranskih preša njemačkog proizvođača preša WILLMES-a [5] koji koriste poprečne kanale za odvodnju soka, ti kanali mogu biti pomični i fiksni [Slika 14]. Ovi kanali se koriste kod zatvorenih preša kojima membrana pritišće grožđe izvana prema unutra svim smjerovima, teoretski je ovo najbolji pritisak ali je vrlo komplicirana izvedba bubnja i membrane (pogotovo je komplicirana izmjena membrane).



**Slika 14. Pomični i fiksni poprečni odvodni kanali [5].**



Perforiran plašt bubnja ili kanali za odvodnju (uzdužni ili poprečni) nisu dovoljni za kvalitetno cijedenje smjese grožđa zbog prirode te smjese koja ima tendenciju stvaranja džepova koje niti najveći tlakovi ne mogu razbiti. Iz tog se razloga često, pogotovo prilikom prešanja velikih količina, smjesa u bubnju razbija na način da se bubanj pomiče pri čemu smjesa puca uslijed pomicanja i pod vlastitom težinom. Preše koje imaju i centralne kanale za sekundarno punjenje [Slika 16] mogu za vrijeme rada dopunjavati radnu smjesu novom količinom grožđa [Slika 16].



**Slika 15. Prikaz zakretanja bubnja u svrhu razbijanja smjese [8].**

Vrlo bitna karakteristika velikih membranskih preša je dopunjavanje smjese za vrijeme rada novim grožđem. Otvor se može koristiti i kao glavna dobava ovisno o odabranom načinu rada preše. Velike preše imaju kapacitet ocjeđivanja i nekoliko puta veći od normalnog (koliko stane u volumen prvobitno), kako bi iskoristivost ostala vrlo visoka dopunjavanje smjese, kako se postojeća cijedi i smanjuje joj se volumen, je nužno. Gotovo sve srednje i velike membranske preše imaju ovu mogućnost [Slika 16]. Kasnije će biti shematski prikazan način rada aksijalnog otvora preše.



**Slika 16. Aksijalni otvor za punjenje preše u toku rada [8].**



Ocijedeni sok se obično skuplja u spremnike koji se nalaze ispod bubnja ili u specijalnim spremnicima ako se radi o zatvorenim prešama. Spremnici moraju biti izrađeni od nehrđajućeg čelika i moraju biti opremljeni otvorima za odvodnju soka. Dimenzije spremnika ne trebaju biti prevelike ako se u radu sok konstantno odvodi dalje u druge spremnike.



**Slika 17. Spremnik za sakupljanje i odvodnju soka [8].**

### **3.2.3. Pogon preše**

Pogon preše, točnije pneumatskog mjechura je vrlo jednostavan. Sastoji se od električnog motora koji pogoni zračni kompresor. Kompresor usisava zrak okoline, često ga i filtrira, kod velikih membranskih preša postoji i sekundarni par motora i kompresora [Slika 18] koji imaju funkciju napuhavanja membrane u praznom hodu (od početnog trenutka do trenutka kada membrana u potpunosti prekrije smjesu grožđa) i prilikom pražnjenja membrane. Sporedni sustav ima kompresor koji je namješten na puno veći protok ali manji tlak kako bi se membrana što brže punila i praznila u praznom hodu gdje visina tlaka nije bitna. Glavni motor i kompresor preuzimaju stvaranje tlaka zraka čim membrana dosegne točku u kojoj počinje sabijati smjesu grožđa. Ovim razdvajanjem funkcija se osim značajnog ubrzanja radog ciklusa preše povećava i trajnost komponenti preše. Solucija kojom se može riješiti sve sa jednim motorom i kompresorom ima najmanje jednu veliku manu:

- varijabilni rad motora (opterećenje i kontinuiran rad glavnog motora)
- vrlo spor radni ciklus
- varijabilni kompresor (cijena/pouzdanost)



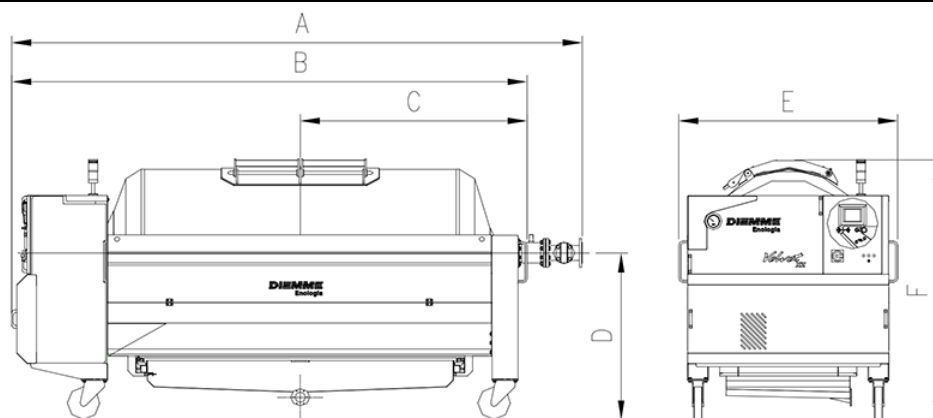
Slika 18. Sklop elektromotora i kompresora [8].

#### 3.2.4. Upravljanje radom preše

Za upravljanje funkcijama preše koristi se radna konzola, ona je smještena na samoj preši i karakteriziraju je vodonepropusna konstrukcija i veliki crveni "stop" taster. Ostali elementi upravljačke konzole poput ključa, ekrana, dodatnih tipki i ostaloga variraju zavisno o vrsti i manjeni preše. Upotreba ove vrste upravljanja radom preše omogućava definiranje osobnih postavki rada i programa preše prema željama vinara. Iako su gotovo automatizirane ipak trebaju barem jednu osobu za pokretanje, praćenje snabdijevanja smjesom, pražnjenje te eventualno u slučaju prekida rada zbog kvara ili očitavanja nenormalnih vrijednosti senzora.



Slika 19. Upravljačka konzola [8].



**Slika 20. Shema membranske preše DIEMME serije " Velvet XZ" [8].**

Ova vrsta preše spada u srednje velike membranske preše, njih karakteriziraju u pravilu jedan otvor za punjenje i pražnjenje, vlastiti kotači za lakšu manipulaciju u prostoru te jedan par motora i kompresora (glavni i pomoćni). Pneumatski cilindar za otvaranje i zatvaranje otvora se snabdijeva zrakom iz pomoćnog kompresora. Gotovo sve preše ove veličine i kapaciteta imaju ugrađenu aksijalnu dobavu smjese, čak se može reći da je to glavni način dobave dok je otvor glavni (i jedini) način pražnjenja membranske preše od ocijedene krute tvari i ostataka koji se ispiru tijekom čišćenja (pranja vodenim mlazom) preše.

**Tabela 11. Tehnički podaci za membranske preše DIEMME serije " Velvet XZ" [8].**

| TEHNIČKI PODACI                        | XZ 15   | XZ 23   | XZ 34   |
|--|---------|---------|---------|
| A (mm)                                 | 3727    | 3871    | 4391    |
| B (mm)                                 | 3193    | 3329    | 3967    |
| C (mm)                                 | 1373    | 1416    | 1746    |
| D (mm)                                 | 1058    | 1163    | 1282    |
| E (mm)                                 | 1368    | 1649    | 1685    |
| F (mm)                                 | 1598    | 1822    | 1996    |
| Kapacitet bubnja (l)                   | 1500    | 2300    | 3400    |
| Dimenzije otvora (mm)                  | 800x440 | 900x480 | 900x480 |
| Volumen posude za sakupljanje soka (l) | 400     | 400     | 500     |
| Težina prazne preše (kg)               | 1150    | 1300    | 1600    |
| Očekivana težina pune preše (kg)       | 2650    | 3600    | 5000    |
| Maksimalni radni tlak (bar)            | 1,5     | 1,5     | 1,5     |
| Snaga elektro motora (kW/50Hz)         | 3,35    | 4,8     | 5,2     |

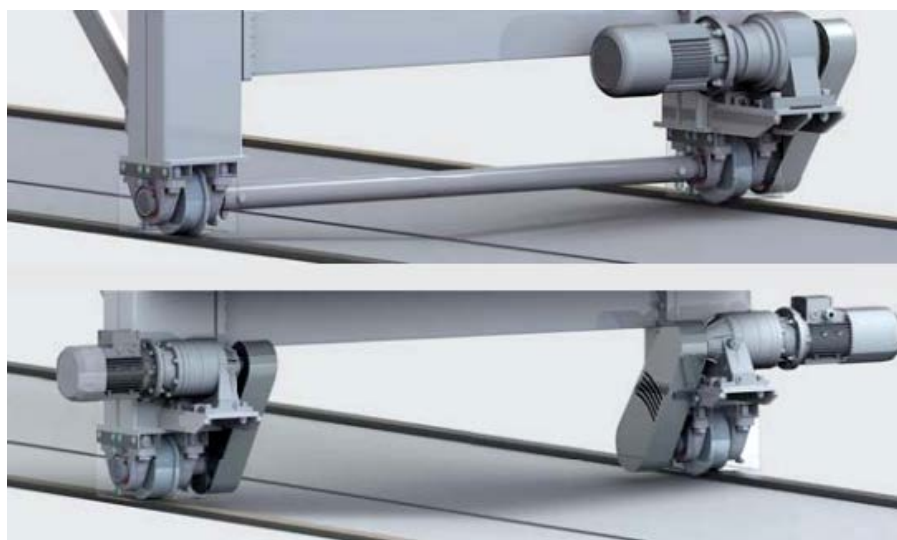
### 3.3. Otvorena pneumatska membranska preša DIEMME model "Velvet T"

T serija spada u najveće zatvorene pneumatske membranske preše na tržištu, radni volumeni bubnja ovih preša mogu biti i do 75m<sup>3</sup>. Količina proizvedenog soka po jednom ciklusu može iznositi i preko 200t. Ove preše su funkcijski jednake prethodno opisanom tipu preša (model XZ) sa par dodataka koji su nužni zbog dimenzija i težine ovog modela preše.



**Slika 21. Zatvorena membranska pneumatska preša DIEMME serije "Velvet T" [8].**

Prethodni model (XZ) je imao vlastite kotače za slobodno kretanje po prostoru što je prihvatljivo rješenje s obzirom na relativno malu težinu i dimenzije modela XZ. Model T je i do 20-ak puta teži i nekoliko puta duži/širi od modela XZ radi čega mora imati tračničke kotače sa vlastitim pogonom (motor, reduktor i kočnica) a hala gdje se instalira mora imati tračnice za vožnju preše. Ovaj dodatak je opcionalan i dolazi u dvije varijante [Slika 22].



**Slika 22. Opcionalni kotači za transport preše [8].**

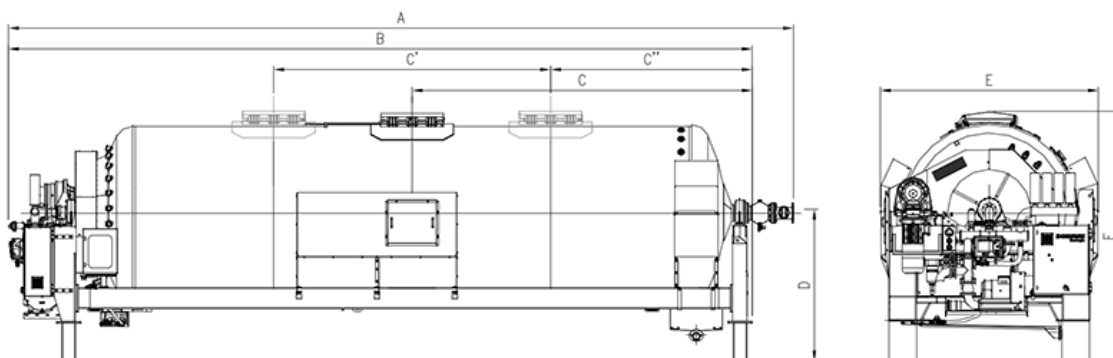
### 3.3.1. Kontrolirana atmosfera

Model T dolazi sa čitavom serijom dodataka koji omogućavaju stvaranje kontroliranih uvjeta unutar bubnja, vodova i spremnika preše. Centralna upravljačka konzola kontrolira rad nekoliko ventila i spremnika u pomoćnim sustavima preše koji omogućavaju gotovo idealno prešanje bez dodira sa zrakom i oksidacije. Čitav proces će biti detaljno opisan kasnije u radu.



**Slika 23. Međuspremnik za ocijeđeni sok [8].**

Iz tablice tehničkih podataka se vide neke osnovne karakteristike ovog tipa preše, kako se radi o najvećem modelu koji ima najveći radni kapacitet i koji u jednom ciklusu može dostaviti preko 200t soka postoji čak pet modela poredanih po kapacitetu bubnja (od 26t do 75t). Bubanj kapaciteta  $Xt$  može dati i  $3Xt$  soka zbog konstantnog dopunjavanja smjese grožđa kroz aksijalni dobavni ventil za vrijeme rada preše (u fazama miješanja).



**Slika 24. Shema zatvorene membranske preše DIEMME serije "Velvet T" [8].**

**Tabela 12. Tehnički podaci za membranske preše DIEMME serije "Velvet T" [8].**

| TEHNIČKI PODACI                  | T26     | T32     | T43     | T60      | T75      |
|----------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|
| A (mm)                           | 8271    | 9775    | 11340   | 11827    | 12509    |
| B (mm)                           | 7657    | 9186    | 10743   | 11070    | 11360    |
| C (mm)                           | 3365    | 4146    | 4912    | -        | -        |
| C' (mm)                          | 3300    | 3800    | 4000    | 4000     | 4000     |
| C'' (mm)                         | 1715    | 2246    | 2912    | 3104     | 3097     |
| D (mm)                           | 2150    | 2190    | 2190    | 1738     | 1867     |
| E (mm)                           | 3050    | 3150    | 3150    | 3932     | 4000     |
| F (mm)                           | 3520    | 3560    | 3605    | 3420     | 3692     |
| Kapacitet bubnja (l)             | 26000   | 32000   | 43000   | 58000    | 75000    |
| Dimenzije otvora (mm)            | 800x600 | 800x600 | 800x600 | 1000x800 | 1000x800 |
| Težina prazne preše (kg)         | 8000    | 10000   | 13000   | 20000    | 27500    |
| Očekivana težina pune preše (kg) | 34000   | 42000   | 56000   | 78000    | 102500   |
| Maksimalni radni tlak (bar)      | 1,5     | 1,5     | 1,5     | 1,5      | 1,5      |
| Snaga elektro motora (kW/50Hz)   | 16,5    | 26      | 34,5    | 45       | 62       |

### 3.4. Otvorena pneumatska membranska preša DIEMME model "Tecnova"

Zadnji predstavnik tvrtke DIEMME je model "Tecnova" koji spada u srednje velike otvorene membranske preše. Glavna karakteristika svih otvorenih preša je perforiran plašt bubnja i nedostatak unutarnjih kanala za odvodnju (uzdužnih i poprečnih). Još jedan detalj po kojem se odlikuju ove preše je velik spremnik za sok koji se nalazi ispod bubnja, ovaj spremnik je obično velik kako bi mogao zadržati veću količinu soka ako na njega nije priključen vod za odvodnju soka kao kod prethodno opisanog modela "Velvet T".

Upravo ovakav model otvorene preše nam je najzanimljiviji za ovaj rad, doduše manji, jednostavniji i jeftiniji ali principijelno identičan ovom modelu. Manji modeli membranskih preša od ovoga su rijetkost jer su preskupi za ono što nude, kao što je objašnjeno u prethodnom slučaju (model T) ugradnja velikog broja pomoćnih sustava ima smisla samo za velike radne kapacitete koji opravdavaju investiciju, kod manjih preša bitna je samo osnovna funkcija prešanja grožđa.

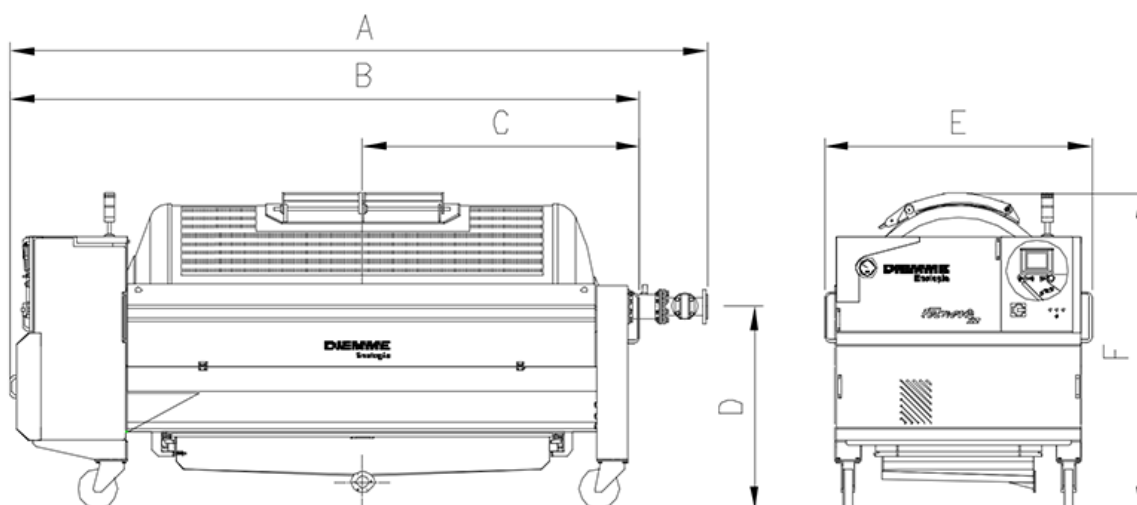




Slika 25. Otvorena membranska pneumatska preša DIEMME serije "Tecnova" [8].

Perforacije na bubnju (i unutarnjim kanalima kod zatvorenih preša) ne smiju biti kružnog presjeka već duguljasti [Slika 11] radi težeg začepljenja i prirode smjese grožđa. Ovaj oblik kanala se u praksi pokazao kao najbolji ne samo u vidu propuštanja soka već i za čvrstoću stijenki bubnja koje bi kružne perforacije istih površina više oslabile.

Kako sok dok se cijedi kroz plašt bubnja pa preko plašta u spremnik na dnu preše prolazi intenzivan kontakt sa zrakom tako kvaliteta dobivenog soka nije visoke kvalitete, što u većini slučajeva i nije presudno jer se ionako radi o soku sa vrlo povoljnim omjerom štetnih kemijskih spojeva u odnosu na druge tehnologije prešanja.



Slika 26. Shema otvorene membranske preše DIEMME serije " Tecnova" [8].

**Tabela 13. Tehnički podaci za membranske preše DIEMME serije " Tecnova" [8].**

| TEHNIČKI PODACI                        | XZ 15   | XZ 23   | XZ 34   |
|--|---------|---------|---------|
| A (mm)                                 | 3727    | 3871    | 4391    |
| B (mm)                                 | 3193    | 3329    | 3967    |
| C (mm)                                 | 1373    | 1416    | 1746    |
| D (mm)                                 | 1058    | 1163    | 1282    |
| E (mm)                                 | 1368    | 1649    | 1685    |
| F (mm)                                 | 1598    | 1822    | 1996    |
| Kapacitet bubnja (l)                   | 1500    | 2300    | 3400    |
| Dimenzije otvora (mm)                  | 800x440 | 900x480 | 900x480 |
| Volumen posude za sakupljanje soka (l) | 400     | 400     | 500     |
| Težina prazne preše (kg)               | 1150    | 1300    | 1600    |
| Očekivana težina pune preše (kg)       | 2650    | 3600    | 4900    |
| Maksimalni radni tlak (bar)            | 1,5     | 1,5     | 1,5     |
| Snaga elektro motora (kW/50Hz)         | 3,35    | 4,8     | 5,2     |

### 3.5. Otvorene pneumatske membranske preše L-INOX

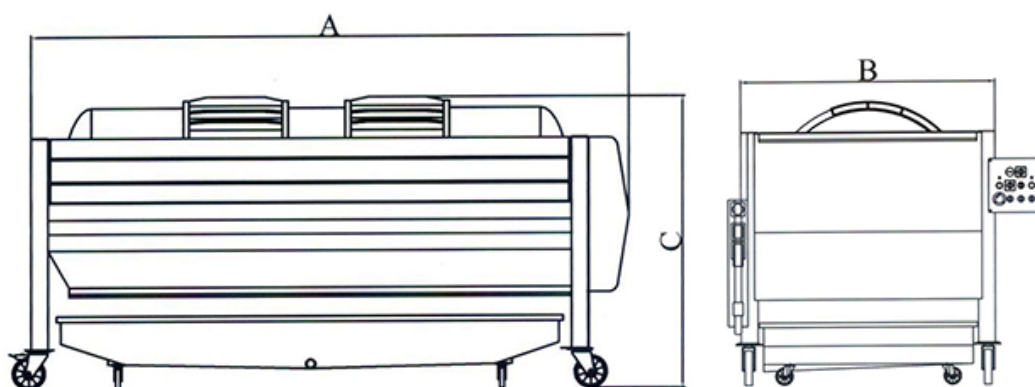
Slovenska tvrtka L-INOX [10] u svom asortimanu proizvoda ima i otvorene pneumatske hidraulične preše koje prodaju sa i bez sklopa motora i kompresora u dimenzijama od 500l do 5000l.

**Slika 27. Otvorena membranska preša L-INOX 500 [10].**



Ova preša predstavlja osnovni model membranske preše, sačinjena je od vrlo jednostavne konstrukcije te sadrži sve osnovne elemente koji su potrebni za prešanje grožđa. Upravljanje može biti ručno ili automatsko sa tri programa rada:

1. Kratki program 1h i 15min
2. Srednji program 1h i 40min
3. Dugi program 2h i 5min



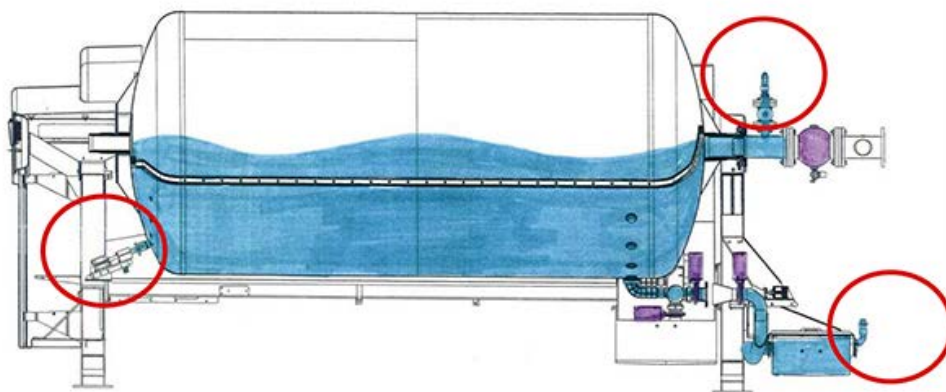
**Slika 28. Shema otvorene membranske preše L-INOX 500 [10].**

**Tabela 14. Tehnički podaci za otvorene membranske preše L-INOX [10].**

| Volumen (l) | Radni napon (V/Hz) | Maksimalni tlak (bar) | Dužina (mm) | Širina (mm) | Visina (mm) | Promjer bubnja (mm) | Snaga Motora (kW) |
|-------------|--------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------------|
| <b>500</b>  | 380/50             | 1,5                   | 1500        | 1250        | 1350        | 903                 | 0,75              |
| <b>650</b>  | 380/50             | 1,5                   | 1700        | 1200        | 1350        | 903                 | 0,75              |
| <b>850</b>  | 380/50             | 1,5                   | 1955        | 1200        | 1350        | 903                 | 0,75              |
| <b>1000</b> | 380/50             | 1,5                   | 2340        | 1200        | 1350        | 1350                | 1,1               |
| <b>1200</b> | 380/50             | 1,5                   | 1840        | 1410        | 1530        | 1110                | 1,5               |
| <b>1400</b> | 380/50             | 1,5                   | 2090        | 1410        | 1530        | 1110                | 1,5               |
| <b>1700</b> | 380/50             | 1,5                   | 2340        | 1410        | 1530        | 1110                | 1,5               |
| <b>2000</b> | 380/50             | 1,5                   | 2640        | 1410        | 1530        | 1110                | 1,5               |
| <b>2500</b> | 380/50             | 1,5                   | 2890        | 1570        | 1530        | 1110                | 2,2               |
| <b>3000</b> | 380/50             | 1,5                   | 2940        | 1660        | 1840        | 1350                | 2,2               |
| <b>4000</b> | 380/50             | 1,5                   | 4200        | 1660        | 1840        | 1350                | 3,5               |
| <b>5000</b> | 380/50             | 1,5                   | 4450        | 1705        | 1840        | 1350                | 4                 |

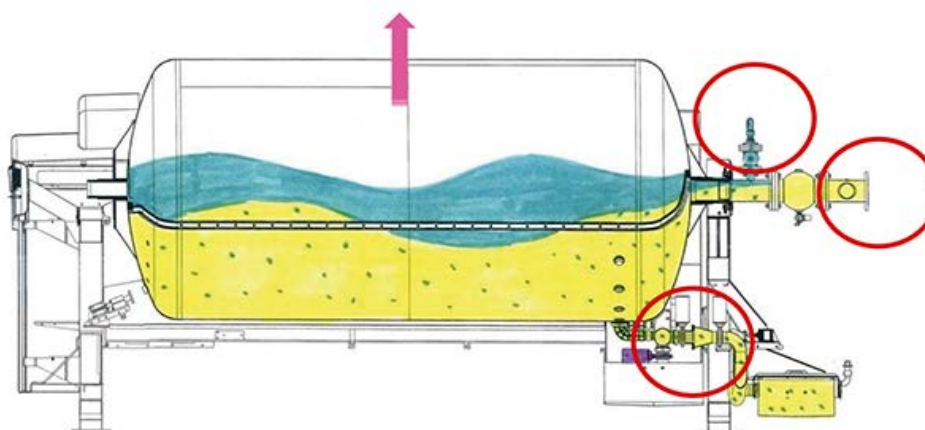
### 3.6. Princip prešanja u kontroliranoj atmosferi

Dok je preša prazna napuni se inertnim plinom ( $\text{CO}_2$ ), ljubičastom bojom su označeni ventili koji su zatvoreni prilikom punjenja  $\text{CO}_2$  [Slika 29]. Crvenom bojom su označeni ventili kojima se simultano ili postepeno dovodi  $\text{CO}_2$  u bubanj i spremnik soka, treba naglasiti da su u ovom trenutku bubanj i spremnik soka fizički odvojeni jedan od drugoga. Plavom bojom je označen inertni plin koji se širi unutar preše. Glavni otvor preše je otvoren kako bi omogućio izlazak zraka iz preše ( $\text{CO}_2$  je teži od zraka pa se ponaša poput vode).



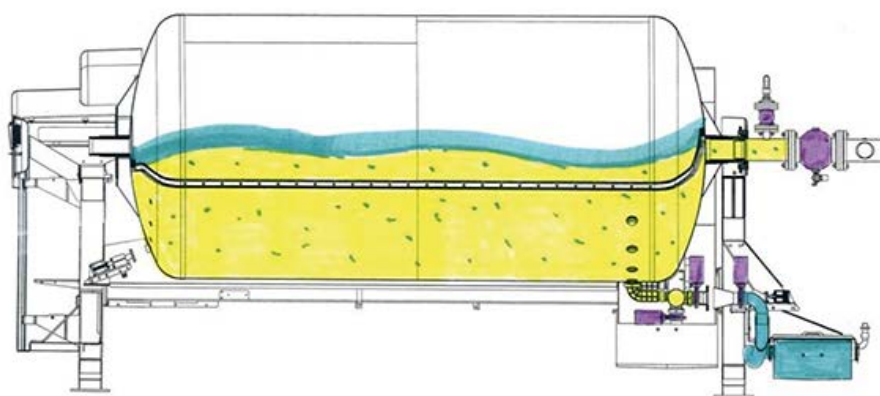
Slika 29. Faza punjenja inertnog plina ( $\text{CO}_2$ ) [8].

Kada se preša napuni inertnim plinom slijedi faza punjenja smjese grožđa kroz aksijalni ventil (žuta boja) dok se uz dobavu smjese i dalje ispušta  $\text{CO}_2$  kroz ventil na aksijalnoj dobavi. Glavni otvor bubnja je čitavo vrijeme otvoren da omogući izlazak zraka a kasnije i  $\text{CO}_2$  kako se bubanj puni smjesom. Bubanj i spremnik su spojeni kako bi omogućili otjecanje soka slobodnog cijeđenja (eng: *free run juice*).



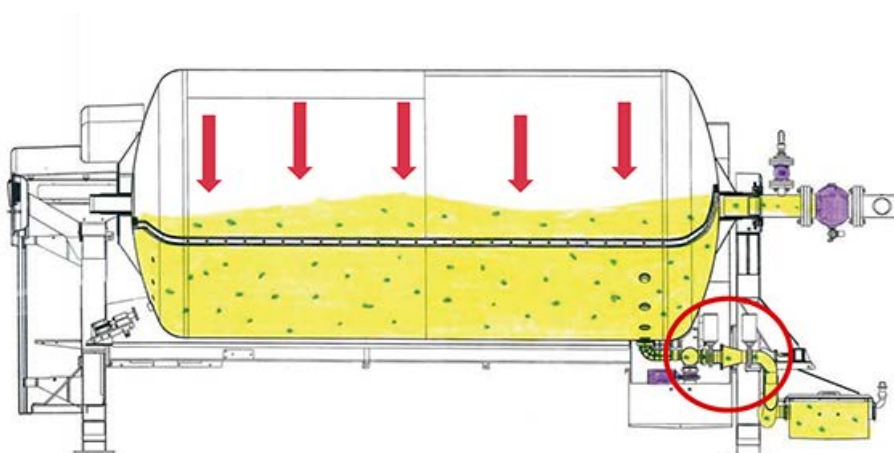
Slika 30. Faza punjenja smjese kroz aksijalni ventil [8].

Nakon što se proces punjenja preše završi slijedi proces močenja u kojem se polako otpuštaju kemijski spojevi koji daju boju vinu. Ovaj proces se događa u bubnju pod zaštitom CO<sub>2</sub>. Bubanj i spremnik soka su u ovoj fazi odvojeni, spremnik može biti ispunjen CO<sub>2</sub> ili prethodno ocijeđenim sokom slobodnog cijeđenja. Dužina ove faze i njezina primjena općenito u procesu prešanja ovisi od vrste grožđa (tamnija vina zahtijevaju ovu fazu dok svijetla vine ne).



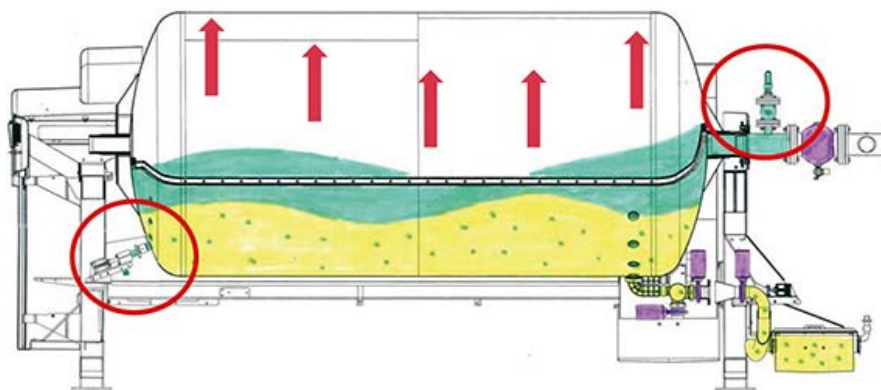
**Slika 31. Faza močenja [8].**

Nakon faze močenja slijedi faza prešanja koja se može podijeliti u pomoćnu i glavnu fazu (rad pomoćnog i glavnog kompresora opisan u poglavlju 3.2.3). Ovom fazom se upuhuje zrak u membranu koja pritišće smjesu grožđa koja kroz kanale za odvodnju otpušta sok koji se slijeva u spremnik soka. Glavni ventil (aksijalna dobava) i otvor bubnja su u ovoj fazi čvrsto zatvoreni, preša (bubanj) miruje i odvod soka koji spaja spremnik i bubanj je otvoren. Mala količina pritiska koja "pobjegne" u spremnik soka je u praksi zanemariva.



**Slika 32. Faza prešanja [8].**

Nakon prešanja slijedi faza povlačenja membrane u početni položaj, membrana se ne može vratiti u potpuno početno stanje bez stvaranja podtlaka koje obično obavlja pomoćni kompresor. Zelenom bojom je označen inertni plin ( $N_2$ ) koji se dodaje kako se membrana povlači (najčešće kroz ventil na aksijalnoj dobavi ali može i kroz sustav ispiranja preše). Ventili koji razdvajaju bubanj od spremnika soka su u zatvorenom položaju.



**Slika 33. Faza povratka membrane u početni položaj [8].**

Kada se membrana vrati u početni položaj svi ventili se zatvore i bubanj započinje rotaciju kojom se sabijena smjesa grožđa razbija na manje komade i tako se miješa. Volumen bubnja je u ovoj fazi posve ispunjen kombinacijom smjese grožđa i dušika ( $N_2$ ). Ovisno o broju ponavljanja ove faze punjenje inertnim plinom se može preskočiti, pogotovo kod zadnje faze razbijanja jer kvaliteta ocijeđenog soka zadnjih faza ionako opada.

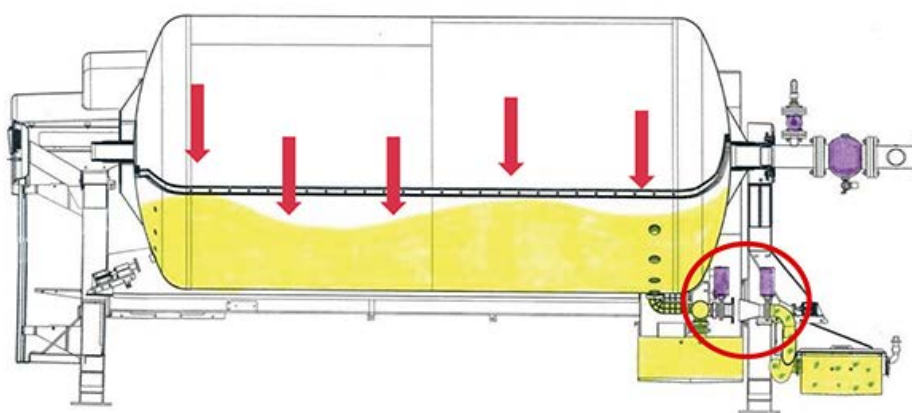


**Slika 34. Faza razbijanja smjese [8].**



Nakon svake faze razbijanja smjese slijedi faza prešanja koja se razlikuje od osnovne faze prešanja po tome što se često ne primjenjuje inertni plin te su tlakovi nešto veći zbog sve težeg oslobađanja soka iz preostale smjese. Ovaj sok se može po potrebi odvojiti u standardni spremnik soka koji nije zaštićen od kontakta sa zrakom. Dva osnovna razloga zbog kojih se u kasnijim fazama prešanja ne koristi zaštitna atmosfera su:

- Kvaliteta soka kasnijih faza nena koristi od nje
- Ušteda plinova daje nižu cijenu ekstrakcije po ciklusu



**Slika 35. Faza punjenja inertnog plina (CO<sub>2</sub>) [8].**

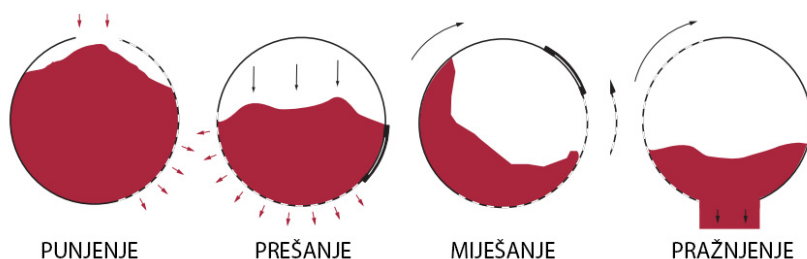
Prema boji ocijeđene smjese se vrlo lako vidi posljedica izlaganja zraku [Slika 36]. Smjesa koja je prešana u otvorenoj membranskoj preši je oksidirala do te mjere da je boja smjese značajno potamnila, ista oksidacija se dešava i sa sokom koji zbog toga ima manju kvalitetu, dok je smjesa iz zatvorene preše boje tek ubranog grožđa a njezin sok vrhunske kvalitete za proizvodnju najboljih vina.



**Slika 36. Usporedba smjesa slobodne i kontrolirane atmosfere [8].**

## 4. KARAKTERISTIKE MEMBRANSKE PREŠE

Ciklus rada membranske preše podijeljen je u četiri osnovne funkcije od kojih svaka može biti podijeljena na velik broj pomoćnih funkcija i radnji zavisno od vrste preše i programa rada. Funkcija prešanja [Slika 37] podrazumijeva i odvodnju soka kao neizbježnu posljedicu prešanja.



**Slika 37. Glavne faze jednog radnog ciklusa membranske preše [11].**

Funkcije punjenja i pražnjenja preše trebale bi se izvoditi:

- jedanput po ciklusu rada preše (kod preša sa košarom)
- kontinuirano za vrijeme rada preše (kod kontinuiranih preša)
- punjenje preše više puta uz jedno pražnjenje (membranske preše)

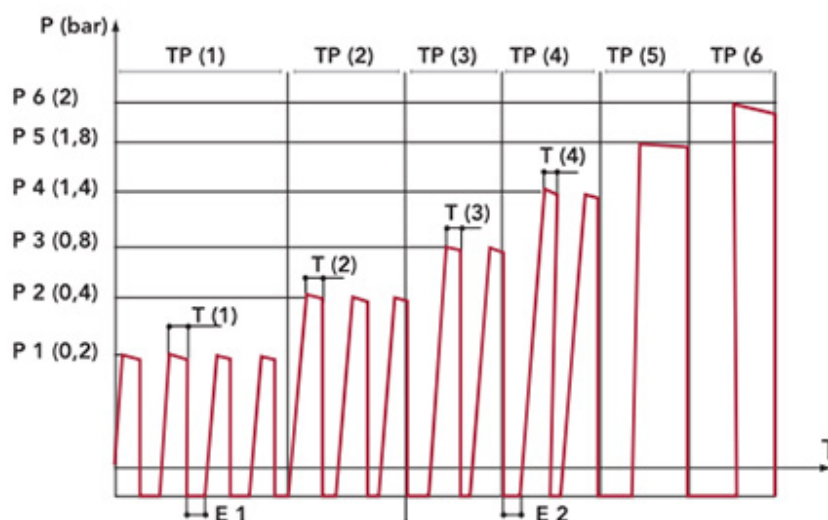
Broj faza prešanja ovisi o odabranom programu rada ali nikako manje od dva puta, svaki idući put primjenjuje se malo veći radni tlak, faza miješanja ili razbijanja se izvodi jedanput manje od broja faza prešanja dok se faza pražnjenja izvodi samo jedanput na kraju svakog ciklusa.

### 4.1. Faza prešanja membranske preše

Faze prešanja i miješanja su najvažnije faze svakog ciklusa, zato se tlačna sila na smjesu dozira na predefinirani način (program koji se koristi) a to se ostvaruje ponavljanjem faza prešanja i miješanja. Ideja je da se primjeni manji tlak (0,2 bar) u par ponavljanja faze prešanja dok se ne postigne optimalno cijedenje, onda se tlak povisi (0,4 bar) te se opet par puta (1-2 puta manje nego prošli put) ponavljaju faze prešanja i miješanja i tako nekoliko puta [Slika 38]. Ovaj čitav proces je u pravilu automatiziran.

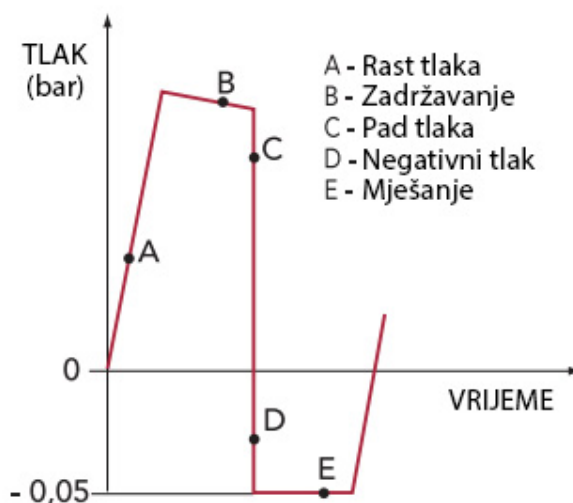
Uobičajeno je pravilo dobiveno iskustvenim podacima da što je veći radni volumen bubnja preše to je potreban veći broj ponavljanja ciklusa prešanja i miješanja. Kod velikih preša količina smjese je velika pa se lakše stvaraju čepovi neocijeđene smjese i radni tlakovi su manji radi veće površine plašta bubnja koja mora podnositi velika naprezanja tkala i težine smjese, kako se volumen i težina smjese smanjuju tako se primjenjuju sve veći radni tlakovi.

Najviši radni tlakovi kod velikih membranski preša ne bi smjeli prelaziti 2 bara a broj faza prešanja i miješanja ne bi smio biti manji od pet. Kao što se vidi [Slika 38] u trenutcima povratka membrane u početni položaj postoji maleni podtlak.



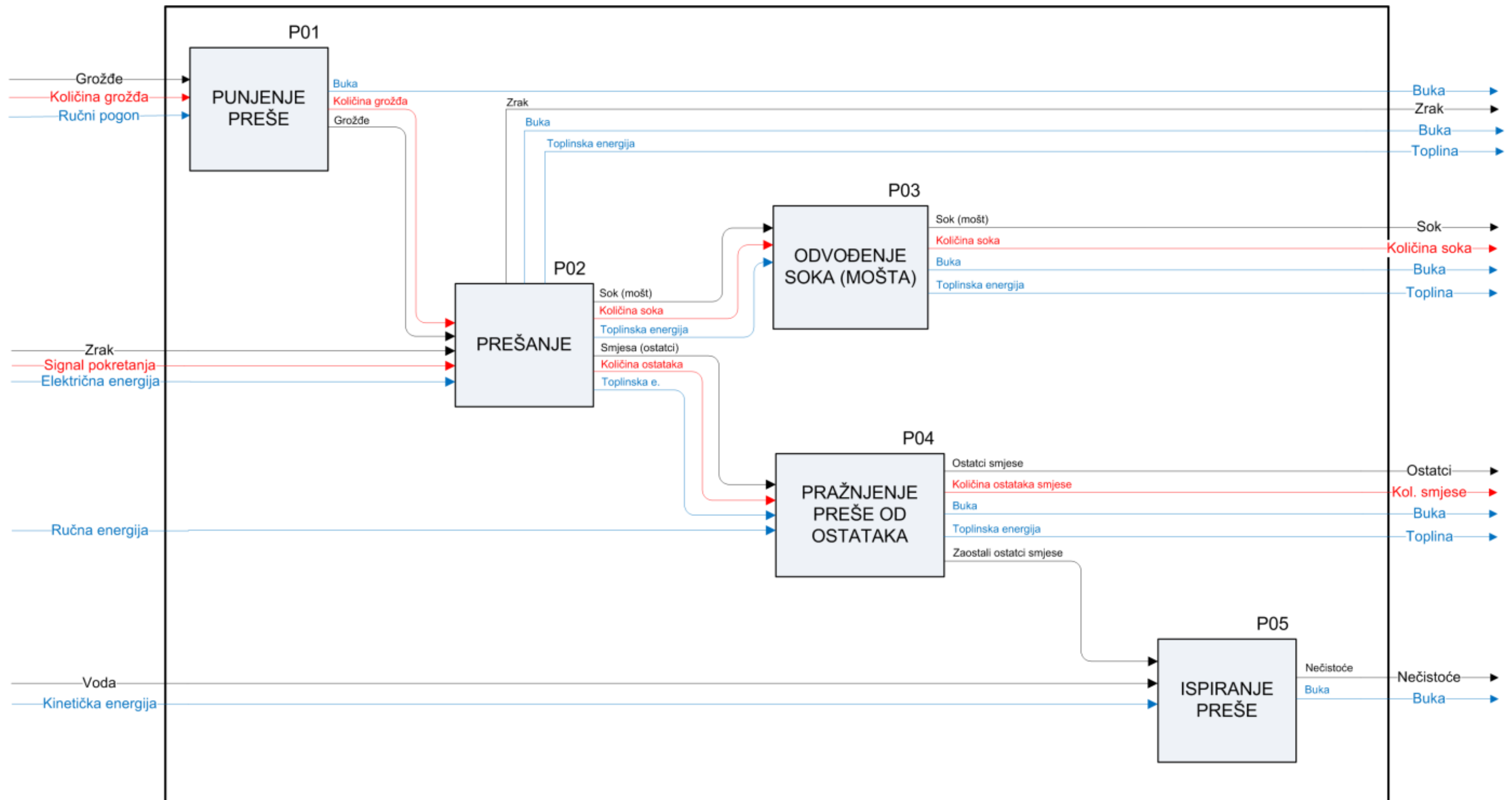
Slika 38. Dijagram izmjena faza prešanja i miješanja u odnosu na vrijednost tlaka [11].

Svaki period sa gornje slike se može promatrati kao odvojena radnja sa svojim specifičnim točkama (rast tlaka, zadržavanje tlaka, pad tlaka, podtlak i zadržavanje negativnog tlaka ili miješanje) čije trajanje ovisi o parametrima prešanja.



Slika 39. Dijagram radnih točaka tlaka membrane [11].

## 4.2. Funkcijski model



Slika 40. Univerzalni funkcijski model preše za grožđe.



## 5. RAZRADA VARIJANTI I ODABIR RJEŠENJA

Na tržištu danas postoji velik spektar preša za grožđe koje se razlikuju uglavnom po tehnologiji rada i dimenzijama (koje određuju radni kapacitet preše). U poglavlju 2.2 smo napravili osnovnu podjelu vinskih preša na kontinuirane i serijske, od serijskih preša su objašnjeni principi rada najčešćih vrsta uz njihove prednosti i nedostatke. Kroz analizu tržišta je detaljnije objašnjen princip rada membranskih pneumatskih preša (otvorenih i zatvorenih) kao i proces prešanja u kontroliranim atmosferskim uvjetima. U ovom poglavlju ćemo svesti izbor na specifičnu vrstu preše za koju će kasnije biti provedeno konstrukcijsko rješenje i proračun svih njezinih elemenata.

### 5.1. Odabrana vrsta preše

Vrsta preše koja je odabrana za i koja će se konstruirati je manja otvorena pneumatska membranska preša sa zadanim parametrima:

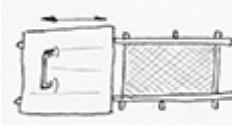
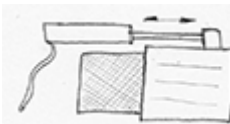
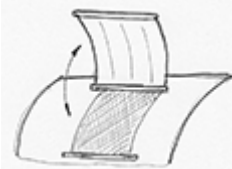
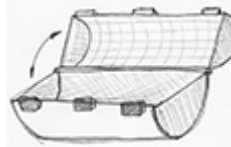
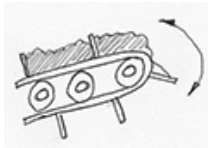


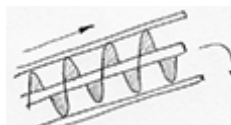



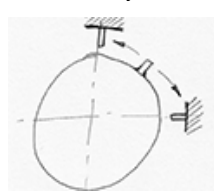
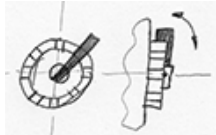

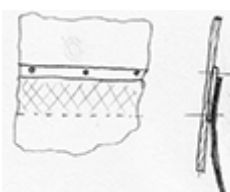
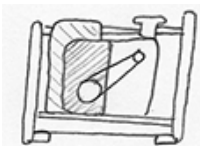

- promjer bubnja oko 800 mm
- dužina bubnja oko 1600 mm
- pogonski stroj elektromotor
- maksimalni radni tlak do 2 bara


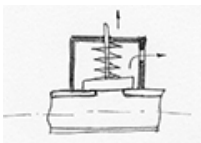
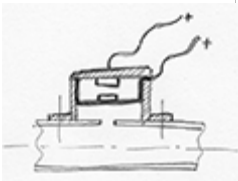
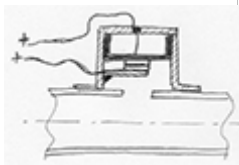
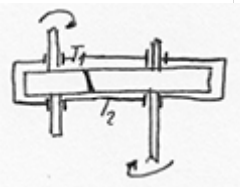

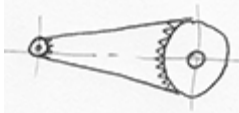
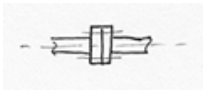

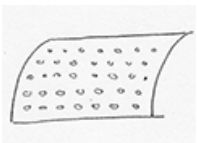

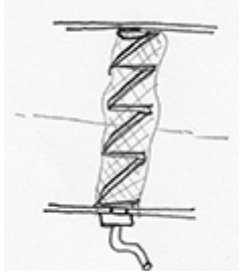
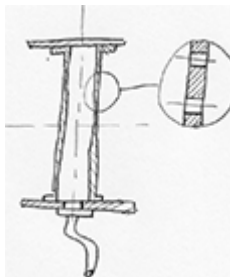
Kako bi se što kvalitetnije odredile sve funkcije preše i njihov princip rada potrebno je napraviti morfološku matricu.


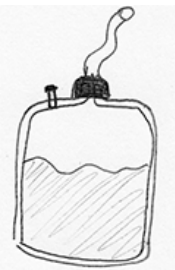

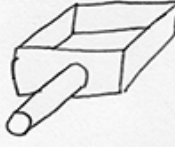
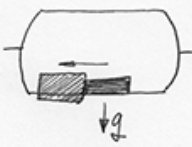

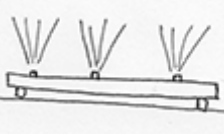


### 5.2. Morfološka matrica

U teoriji morfološka matrica se može raspisati do najmanjih detalja (funkcija), u ovom radu morfološka matrica [Tabela 15] će obuhvatiti sve veće funkcije dok će se detalji određivati prilikom konstruiranja i modeliranja preše. Crvenom bojom su označena odabrana rješenja za svaku pojedinu funkciju. Pri odabiru rješenja osnovni kriteriji su bili što jednostavnije konstrukcijsko rješenje i što niža cijena. Od više varijanti rješenja gotovo svi proizvođači koriste ista rješenja za iste funkcije, naravno u istom cjenovnom rangi preše tako da su preše iste kategorije a različitih proizvođača u stvari vrlo slične.

Tabela 15. Morfološka matrica

| FUNKCIJA                                     | MOGUĆNOST RJEŠENJA I PRINCIP RADA  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
| Otvaranje/zatvaranje bubnja                  | Ručna sila - klizna vrata<br>               | Pneumatsko otvaranje - klizna vrata<br> | Ručno otvaranje prema van<br> | Otvaranje čitavog bubnja<br>    |
| Punjenje bubnja grožđem                      | Transportna traka<br>                       | Ručni unos<br>                          | Unos strojnom korpom<br>      | Unos vijčanim transporterom<br> |
| Zakretanje bubnja oko svoje osi              | Kotrljajući ležajevi na osovini bubnja<br> | Klizni ležajevi po obodu bubnja<br>    |   |  |
| Ograničavanje zakretanja bubnja (fiksiranje) | Spojkom na osovini<br>                    | Graničnici na obodu bubnja<br>        | Uklještenje oblikom<br>     |  |
| Prihvatanje membrane u bubnju                | Pričvršćenje zakovicama ili vijcima<br>   | Pričvršćenje lijepljenjem<br>         |   |  |
| Pogon kompresora                             | Motor s unutarnjim izgaranjem<br>         | Elektromotor<br>                      |   |  |

|   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| Povećanje tlaka i pražnjenje membrane       | <p>Kompresor</p>                              |   |   |  |
| Osiguranje od prevelikog tlaka prešanja     | <p>Mehanički sigurnosni ventil s oprugom</p>  | <p>Električni osigurač (predaje signal kada tlak naraste preko mjere)</p>  | <p>Elektrčni osigurač koji prekida kontakt elektromotoru</p>  |  |
| Prijenos momenta motora na glavni kompresor | <p>Reduktor</p>                              | <p>Remenski prijenos</p>    | <p>Lančani prijenos</p>                                       | <p>Direktni spoj</p>                  |
| Prijenos fluida od kompresora do membrane   | <p>Pneumatska crijeva</p>                   |   |   |  |
| Odvajanje soka od krutih tvari              | <p>Perforiranim plaštem bubnja</p>          | <p>Perforiranim odvodnim kanalima</p>                                    | <p>Elastičnim centralnim kanalima</p>                       | <p>Čvrstim centralnim kanalima</p>  |

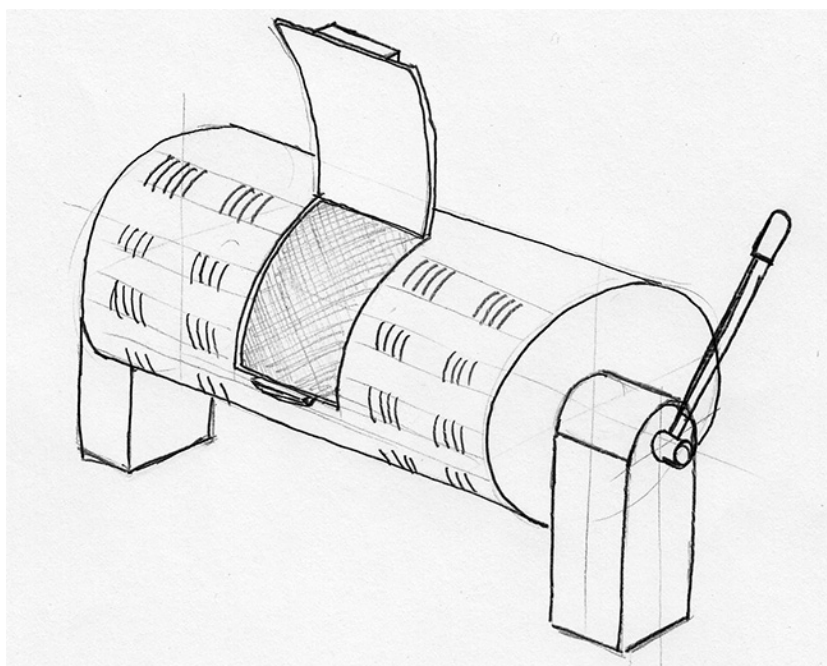
|  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
| Sakupljanje soka                           | <p>Posudom za gravitacijsko sakupljanje (cijedenje)</p>  | <p>Zatvorenom posudom</p>                                 |   |  |
| Odvodnja soka iz preše                     | <p>Odvodnim crijevima</p>                                | <p>Pretakanjem</p>                                        |   |  |
| Uklanjanje ostataka (krute tvari) iz preše | <p>Gravitacija</p>                                      | <p>Trešnja</p>   |   |  |
| Ispiranje preše                            | <p>Unutarnje mlaznice za čišćenje</p>                  | <p>Ubacivanje vode kroz kanale za pomoćno punjenje</p>  | <p>Ručno ispiranje mlazom vode</p>  |  |

### 5.3. Koncipiranje rješenja

Prema funkcijama [Slika 40] i rješenjima iz morfološke matrice [Tabela 15] te analizi postojećih rješenja napravljeno je nekoliko koncepata.

#### 5.3.1. Koncept 1

Ovaj koncept sačinjen je od dvije konzole koje drže bubanj sa otvorom koji se otvara preko jednog brida. Manipulacija bubnjem je ručna preko poluge a plašt bubnja je perforiran otvorima za odvodnju soka. Glavna odlika ovog rješenja je cijena.

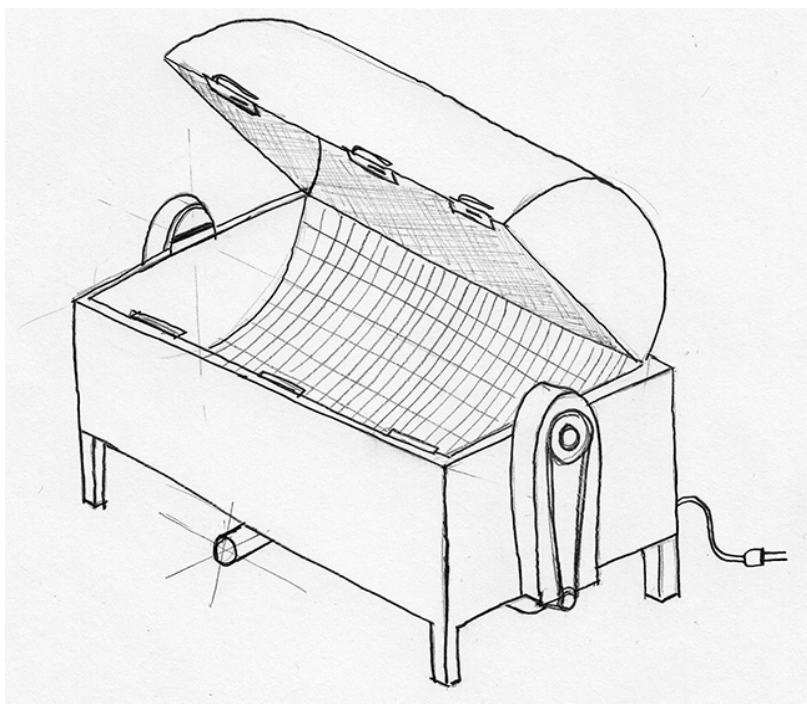


Slika 41. Koncept 1.

Potencijalni problemi ovog koncepta su vrata koja gotovo sigurno, zbog načina ovješanja, ne mogu savladati sile u radu koje proizvodi preša. Druga mana je čisto vertikalno učvršćenje glavnih nosača što osim problema sa prijenosom opterećenja izaziva tešku montažu i specijalnu pripremu podloge.

#### 5.3.2. Koncept 2

Koncept dva odlikuje se zatvorenim dizajnom koji mu omogućava lakše smještanje i podloga ne treba biti posebno pripremljena kao u prethodnom slučaju. Bubanj se može rotirati pomoću remenskog prijenosa a sav sok se slijeva sa prednje strane preše kroz otvor za odvodnju soka. Bubanj ove preše se otvara preko čitave polovice glavnog presjeka čime je olakšano punjenje i manipulacija membranom. Bubanj se spaja po obodu masivnim kopčama zbog ogromnih opterećenja u radu izazvanih membranom.



**Slika 42. Koncept 2.**

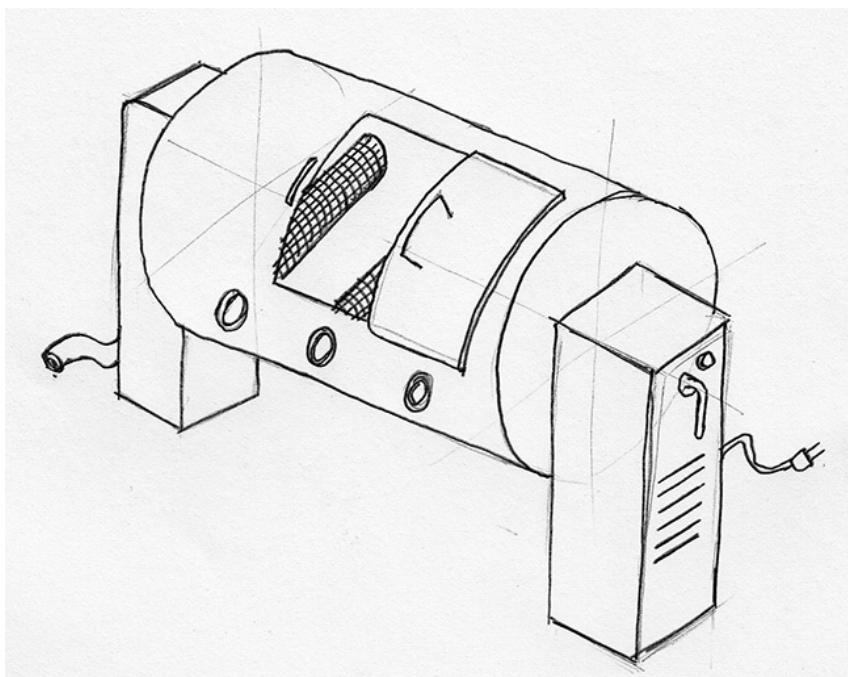
Neke od mana ove preše su relativno viša cijena, iako i dalje vrlo povoljna, ogromno naprezanje na poklopac bubnja, kopče moraju biti velike i sposobne za izdržavanje pritisaka preko 10 tona. Pražnjenje preše je vrlo teško zbog načina otvaranja i izvedbe glavnog nosivog okvira.

### **5.3.3. Koncept 3**

Koncept 3 je pokušaj simulacije moderne pneumatske membranske preše sa centralnim kanalima u mini izdanju, naravno da je cijena ovakve izvedbe izrazito komplicirana i skupa a njen radni kapacitet gotovo zanemariv u odnosu na velike varijante ove preše. Otvor preše se pomiče uzduž osi bubnja po vodicama što je standardno rješenje, pogotovo kod većih preša (pneumatski upravljana vrata) dok je kod manjih učestalije otvaranje oko centralne osi. Preša je upravljana preko kontrolne ploče.

Ovaj tip preša (sa centralnim kanalima) odvodi sok preko crijeva ili cijevi za odvodnju koja iz povezanih kanala unutar bubnja sakuplja sok i dalje ga odvodi prema potrebi. Koncept 3 je konzolno (vertikalno) smješten tako da zahtjeva specijalni tretman podloge.

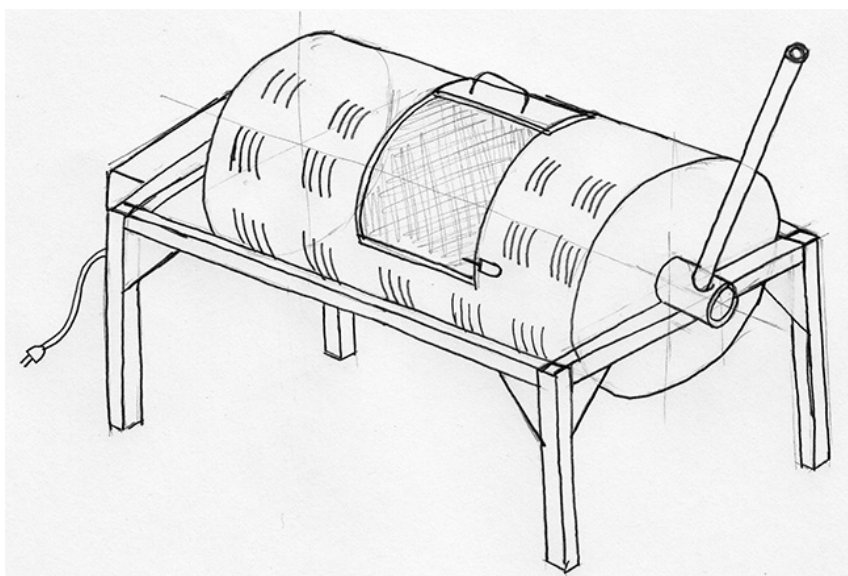
Mane ovog koncepta su kompliciranost, cijena i način prijenosa opterećenja na podlogu. Ovaj tip preša nije pogodan za radne volumene manje od 5m<sup>3</sup>.



Slika 43. Koncept 3.

#### 5.3.4. Koncept 4

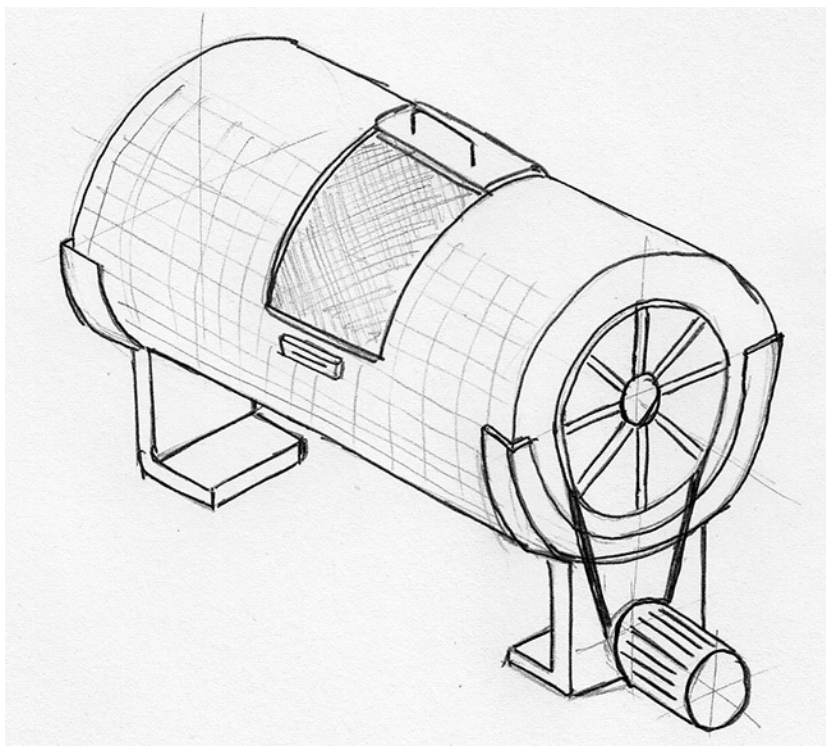
Ovaj koncept objedinjuje najjednostavnija rješenja iz morfološke matrice. Manipulacija bubnjem se vrši preko poluge koja je učvršćena na bubanj na jednom njegovom kraju. Glavni okvir bubnja je sačinjen od zavarenih profila a ovješnje bubnja na okvir je napravljeno preko kliznih ležaja. Otvor bubnja otvara se kliznim vođenjem oko centralne osi bubnja a krajnji položaju otvora određeni su oblikom i kopčama za sprečavanje gibanja. Mana ove preše je ručni rad za manipulaciju bubnja.



Slika 44. Koncept 4.

### 5.3.5. Koncept 5

Koncept 5 je dodan kao jedna od ideja u kojoj je bubanj klizno ovješén po svom obodu o velike ležajeve. Bubanj je pogonjen remenicom preko elektromotora. Otvor bubnja se otvara oko glavne osi bubnja. Mane ovog koncepta su način ovješénja bubnja, način prijenosa opterećenja na podlogu i način rotacije bubnja.



Slika 45. Koncept 5.

### 5.3.6. Biranje koncepta

Jedan od pet ponuđenih koncepata potrebno je odabrati za daljnju razradu. Odabrani koncept pritom ne treba predstavljati konačno rješenje već bazu za daljnje razvijanje proizvoda. Razvoj tog koncepta uslijedit će prototipom. Prototipom se nazivaju proizvodi koji podliježu intenzivnom testiranju, možebitnom poboljšavanju i u nekim slučajevima uljepšavanju prije nego uđu u prodaju i serijsku proizvodnju. Kao takvi, ne moraju tehnički niti vizualno odgovarati gotovom serijskom proizvodu već mu služe kao osnova. Vrednovanje koncepata provedeno je na način da se ustanovi koji koncept najbolje zadovoljava kriterije od zadovoljavanja normi, funkcionalnosti konstrukcije do cjenovnog ranga. Ocjene korištene za vrednovanje kreću se od 1 do 9, gdje je 1 najlošija a 9 najbolja moguća ocjena.



Tabela 16. Vrednovanje koncepata.

| Karakteristika         | Koncept 1 | Koncept 2 | Koncept 3 | Koncept 4 | Koncept 5 |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Cijena                 | 7         | 5         | 1         | 8         | 7         |
| Broj dijelova          | 8         | 5         | 4         | 7         | 6         |
| Kompaktne dimenzije    | 7         | 5         | 8         | 8         | 7         |
| Lakoća korištenja      | 8         | 6         | 7         | 8         | 8         |
| Izmjena membrane       | 3         | 9         | 2         | 4         | 4         |
| Količina ljudskog rada | 5         | 7         | 8         | 5         | 7         |
| Masa                   | 7         | 6         | 4         | 9         | 5         |
| $\Sigma$               | 45        | 43        | 34        | 49        | 44        |
| Srednja ocjena         | 6,42      | 6,14      | 4,85      | 7         | 6,28      |

### 5.3.7. Odabrani koncept

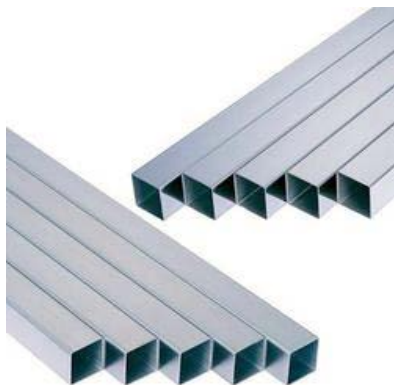
Nakon provedenog vrednovanja svih pet koncepata vidljivo je kako je koncept broj 4 dobio najvišu srednju ocjenu 7 od maksimalnih 9. Odabrani koncept detaljnije će se obraditi i prema njemu će se napraviti proračun i tehnička dokumentacija.

### 5.3.8. Materijal za izradu preše

Jedan on najkorištenijih nehrđajućih čelika za primjenu u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji je X5CrNi18-10, to je austenitni, 18/10 Cr-Ni čelik, otporan na kiseline, koji je zbog niskog % ugljika interkristalično otporan nakon zavarivanja kod debljine limova do 6mm i bez naknadne toplinske obrade. Dopusćen je za temperature do 300°C. Zavarivanje je dobro svim električnim postupcima. Plinsko zavarivanje se ne smije primjenjivati. Ima vrlo dobru podobnost poliranja i dobru sposobnost preoblikovanja dubokim vučenjem, oblikovanja valjanjem itd. Prilikom rezanja potrebno je zbog tendencije ka hladnom očvršćivanju primijeniti oštro brušene alate iz brzoreznog čelika ili iz tvrdog metala.

**Primjena:** X5CrNi18-10 je otporan na vodu, vodenu paru, vlažnost zraka, konzumne kiseline, kao i na slabe organske i anorganske kiseline i ima mnogostrane mogućnosti primjene, npr. u prehrambenoj industriji, u proizvodnji pića, u mljekarstvu, pivarstvu i podrumarstvu, u farmakološkoj i kozmetičkoj industriji, u izradi kemijskih aparata, arhitekturi, automobilske industriji, za kućanske predmete i aparate, za kirurške instrumente, sanitarne uređaje itd.

Osnovni element od kojeg je sastavljen nosivi okvir preše je profil od nehrđajućeg čelika karakteristika opisanih u tabeli [Tabela 17].



Slika 46. Prikaz kvadratnog šavnog profila.

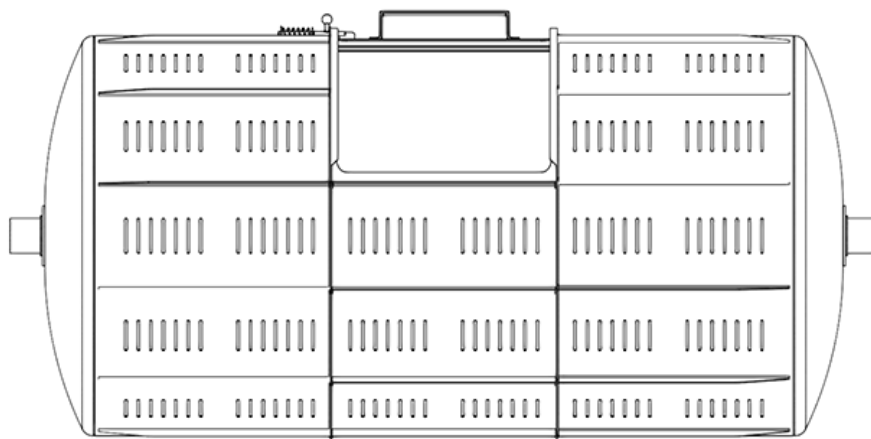
Tabela 17. Karakteristike šavnog kvadratnog profila.

| Karakteristika  | Vrijednost       |
|-----------------|------------------|
| Materijal       | X5CrNi18-10      |
| Dimenzije       | 50 x 50 x 3,0 mm |
| Težina          | 4,650 kg/m       |
| Stanje površine | polirano         |

## 6. KONSTRUKCIJSKO RJEŠENJE I PRORAČUN

### 6.1. Proračun bubnja

Bubanj je glavna komponenta pneumatske membranske preše, njegovo opterećenje je složeno i sastoji se uglavnom od opterećenja savijanjem i unutarnjeg tlaka.



Slika 47. Nacrt bubnja (prednja strana).

Materijal bubnja je nehrđajući čelik X5CrNi18-10 sa slijedećim karakteristikama:

- $R_m=500-700$  [N/mm<sup>2</sup>]
- $R_{p0,2}=195$  [N/mm<sup>2</sup>]
- Tvrdoća = 55-85 [HB]

Ovaj nehrđajući čelik je poznat i pod oznakama: AISI 304, W.Nr 1.4301 i Č.4580. Proračun bubnja se izvodi za plašt bubnja i za dno bubnja, uzima se veća dobivena vrijednost za debljinu koja se po potrebi uveća na željenu vrijednost.

#### 6.1.1. Tlačni proračun debljine stijenke dna bubnja



Slika 48. Dno bubnja.

$$s = \frac{D_v \cdot \frac{2}{3} \cdot p \cdot S \cdot y}{20 \cdot R_m} + c = \frac{800 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1}{20 \cdot 500} + 0.5 = 0,821 \text{ [mm]} \quad (1)$$

Pri čemu je:

$s$  = debljina stijenke dna bubnja [mm]

$p$  = nazivni radni tlak [bar]

$S$  = faktor sigurnosti

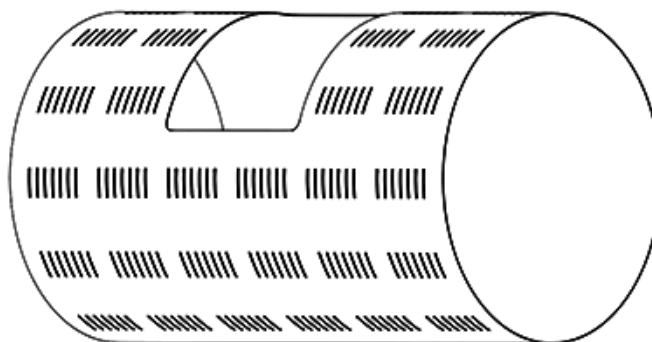
$y$  = koeficijent oblika dna

$c$  = dodatak debljini zbog korozije [mm]

$R_m$  = vlačna čvrstoća [ $\text{N/mm}^2$ ]

$D_v$  = vanjski promjer bubnja

### 6.1.2. Tlačni proračun debljine stijenke plašta bubnja



Slika 49. Plašt bubnja.

$$s = \frac{D_U \cdot p}{20 \cdot \frac{2}{3} \cdot R_{p0,2} \cdot V} = \frac{795 \cdot 2}{20 \cdot \frac{2}{3} \cdot 195 \cdot 0.7} = 0,874 \text{ [mm]} \quad (2)$$

Pri čemu je:

$s$  = debljina stijenke plašta bubnja [mm]

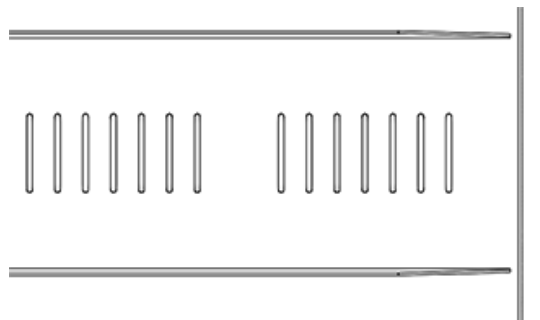
$p$  = nazivni radni tlak [bar]

$R_{p0,2}$  = granica razvlačenja [ $\text{N/mm}^2$ ]

$D_U$  = unutarnji promjer bubnja

Zbog dodatnih naprezanja na savijanje i odrez kao posljedice horizontalnog smještaja bubnja, otvora i perforacija na njemu te njegove radne mase (oko 1000 kg) odabire se debljina stijenke bubnja od 2,5 mm. Perforacije su iskustveno dobivenih dimenzija (70x5 mm) koje su dovoljno velike za vrlo dobro propuštanje soka i dovoljno sitne za zadržavanje smjese grožđa unutar bubnja. Perforacije su dimenzionirane u blokovima po 7 komada, ti blokovi se

ponavljaju 6 puta po dužini bubnja u razmacima od 70 mm i 6 puta oko glavne osi bubnja pod kutom od 30° [Slika 47].



Slika 50. Perforacije na plaštu bubnja.

### 6.1.3. Geometrijske karakteristike bubnja

$$A_{baze} = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0.8^2 \cdot \pi}{4} = 0,503 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$V_{bubnja} = A_{baze} \cdot l = 0.503 \cdot 1.6 = 0,805 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$I_z = I_y = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64} \cdot (800^4 - 795^4) = 497962040 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$W_z = W_y = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{800^4 - 795^4}{800} = 1244905 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$\text{Za } \left( \frac{s}{d_{srednji}} \right)^2 \ll 1 \text{ vrijedi sljedeće:}$$

$$W_z = W_y = \frac{D^2 \cdot \pi \cdot s}{4} = \frac{797.5^2 \cdot \pi \cdot s}{4} = 1248795 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Pri čemu je:

$A_{baze}$  = površina baze valjka (bubnja) [m<sup>2</sup>]

$V_{bubnja}$  = volumen valjka (bubnja) [m<sup>3</sup>]

$l$  = dužina bubnja [m]

$I_z$  = moment tromosti presjeka [mm<sup>4</sup>]

$W_z$  = moment otpora presjeka [mm<sup>3</sup>]

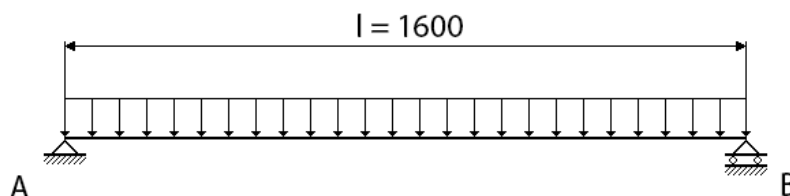
$D$  = vanjski promjer bubnja [mm]

$d$  = unutarnji promjer bubnja [mm]

$s$  = debljina stijenke bubnja [mm]

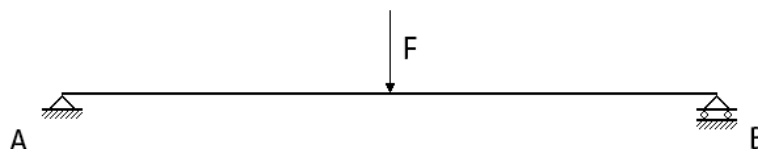
#### 6.1.4. Savijanje i progib bubnja

Realno opterećenje na bubanj nije moguće sasvim precizno znati ali se ono velikom vjerojatnošću može zamijeniti gredom koja je po čitavoj dužini opterećena kontinuiranom silom [Slika 51].



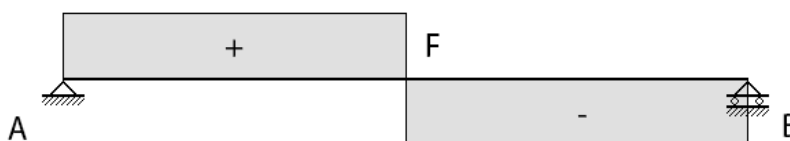
**Slika 51. Realno opterećenje na bubnju.**

Daljnjim pojednostavljenjem možemo zamijeniti kontinuirano opterećenje silom koja je koncentrirana na sredini grede [Slika 52].

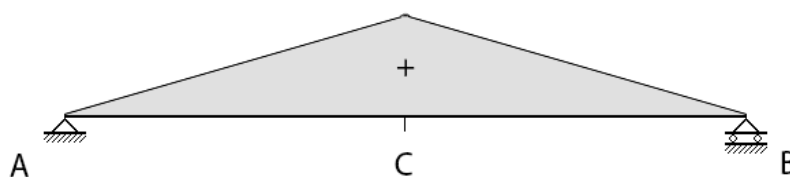


**Slika 52. Pojednostavljeno opterećenje na bubnju.**

Opterećenje grede silom stvara dijagram poprečnih sila ( $Q$ ) [Slika 53] iz čega proizlazi dijagram momenta savijanja ( $M$ ) [Slika 54]. U dijagramu savijanja se vidi kritični presjek koji je označen točkom "C" i za koju će se provesti proračun za savijanje.



**Slika 53. Dijagram poprečnih sila bubnja.**



**Slika 54. Dijagram momenta savijanja bubnja.**

$$m_{maks} = \rho_{maks} \cdot V_{bubnja} + m_{bubnja} = 1000 \cdot 0.805 + 150 = 955 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma F_z = 0;$$

$$F_A = F_B = \frac{F}{2} = \frac{10000}{2} = 5000 \text{ [N]}$$

$$M_C = M_{krit} = \frac{F \cdot l}{4} = \frac{10000 \cdot 1600}{4} = 4000000 \text{ [Nm]}$$

$$\sigma_{maks} = \frac{M_C}{W_z} = \frac{4000000}{1244905} = 3,213 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$w = \frac{F \cdot l}{E \cdot I} \cdot \frac{l^3}{48} = \frac{10000 \cdot 1600}{210000 \cdot 497962040} \cdot \frac{1600^3}{48} = 13,056 \text{ [mm]}$$

Pri čemu je:

$m_{maks}$  = najveća masa bubnja [kg]

$m_{bubnja}$  = masa praznog bubnja [kg]

$V_{bubnja}$  = volumen bubnja [m<sup>3</sup>]

$\rho_{maks}$  = najveća gustoća smjese grožđa [kg/m<sup>3</sup>]

$F_A$  = sila na oslonac "A" [N]

$F_B$  = sila na oslonac "B" [N]

$l$  = dužina bubnja [mm]

$M_{krit}$  = moment u kritičnom presjeku [Nm]

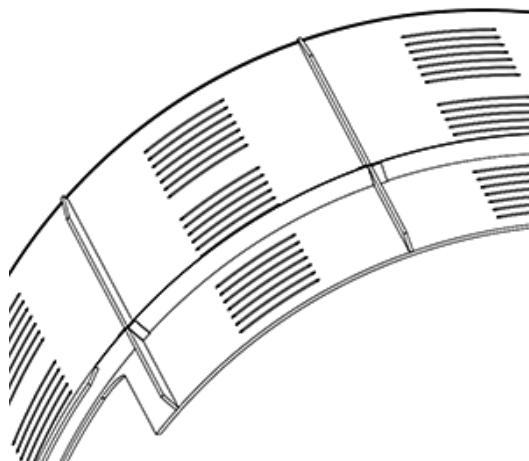
$M_C$  = moment u točki "C" [Nm]

$\sigma_{maks}$  = najveće savojno opterećenje [N/mm<sup>2</sup>]

$W_z$  = moment otpora presjeka [mm<sup>3</sup>]

$w$  = progib u kritičnom presjeku (točka "C") [mm]

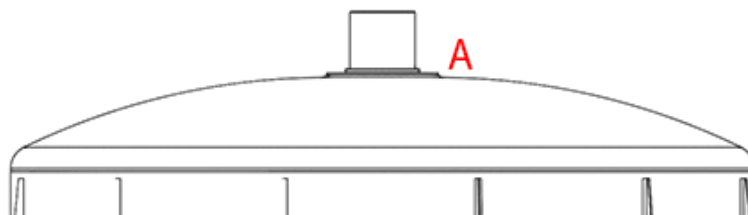
Progib od 13,056 mm se čini relativno velik ali treba uzeti u obzir sa je uzet sa koncentriranom silom u kritičnom presjeku pod maksimalnim opterećenjem i bez uračunatih ojačanja na bubnju (uzdužni profili po obodu bubnja). Realno savijanje je vrlo teško odrediti bez računalne simulacije ali se može iskustveno pretpostaviti da ne prelazi 3 mm. Prilikom odabira debljine stjenke uzeta su u obzir mnoga konkurentna rješenja i izvedbe.



Slika 55. Detalj uzdužnih i poprečnih profila na obodu bubnja.

#### 6.1.5. Proračun zavora nosača bubnja

Zavar nosača bubnja je opterećen kombiniranim naprezanjem (savijanje i odrez), proračunom se treba provjeriti dali zavar može prenijeti zadana opterećenja bez trajne deformacije.



Slika 56. Položaj zavora nosača bubnja.

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot n = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 173,84 = 122,93 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$n = \frac{M}{W_{zav}} = \frac{F \cdot l}{W_{zav}} = \frac{5000 \cdot 800}{23009} = 173,84 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$W_{zav} = \frac{I_{zav}}{\frac{d}{2} + a} = \frac{1426547}{\frac{120}{2} + 2} = 23009 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$I_{zav} = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64} \cdot (124^4 - 120^4) = 1426547 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F}{(\Sigma A_{zav})_{\parallel}} = \frac{F}{\frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{8}} = \frac{5000}{\frac{(124^2 - 120^2) \cdot \pi}{8}} = 13,045 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$



$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 1.8 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{2.8 \cdot \frac{n^2}{2} + 1.8 \cdot \tau_{\parallel}^2} = \sqrt{2.8 \cdot \frac{174^2}{2} + 1.8 \cdot 13^2} =$$

$$\sigma_{red} = 206,62 \text{ [N/mm}^2\text{]} \leq \sigma_{Zdop} = 500 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{Zdop} = \beta \cdot \sigma_{dop} = 1 \cdot 500 = 500 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\beta = 1 \text{ za } a < 4 \text{ mm (prema DIN-u)}$$

Pri čemu je:

$m_{maks}$  = najveća masa bubnja [kg]

$m_{bubnja}$  = masa praznog bubnja [kg]

$\sigma_{red}$  = reducirano naprezanje u zavaru [N/mm<sup>2</sup>]

$\sigma_{dop}$  = dopušteno naprezanje umaterijala [N/mm<sup>2</sup>]

$\sigma_{Zdop}$  = dopušteno naprezanje u zavaru [N/mm<sup>2</sup>]

$\sigma_{\perp}$  = normalna naprezanja okomita na pravi presjek zavara [N/mm<sup>2</sup>]

$\tau_{\parallel}$  = tangencijalno naprezanje u smjeru dužine zavara [N/mm<sup>2</sup>]

$\tau_{\perp}$  = tangencijalno naprezanje okomito na dužinu zavara [N/mm<sup>2</sup>]

$n$  = normalna naprezanja okomita na ravninu spoja [N/mm<sup>2</sup>]

$\beta$  = faktor ovisan o debljini zavara

$a$  = debljina zavara [mm]

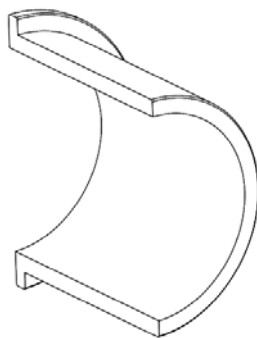
$A_{zavar}$  = površina zavara [mm<sup>2</sup>]

$A_{zavar\parallel}$  = površina zavara paralelna sa dužinom zavara [mm<sup>2</sup>]

Iz proračuna se vidi da zavar i sa faktorom sigurnosti 2 zadovoljava uvjet čvrstoće.

### 6.1.6. Proračun kliznog ležaja

Bubanj je s obje strane ovješten na noseći okvir kliznim ležajevima, kako se radi o izrazito sporoj vrtnji ( $\ll 1$  [m/s]) proračun zagrijavanja pri konstantnoj vrtnji je nepotreban, treba samo provjeriti tlačno naprezanje za košuljici (u ovom slučaju unutarnjem dijelu ležaja). Košuljica je izrađena od lijevane kositrene bronce (G-SnCu 12) a vanjski dio ležaja od nehrđajućeg čelika X5CrNi18-10.



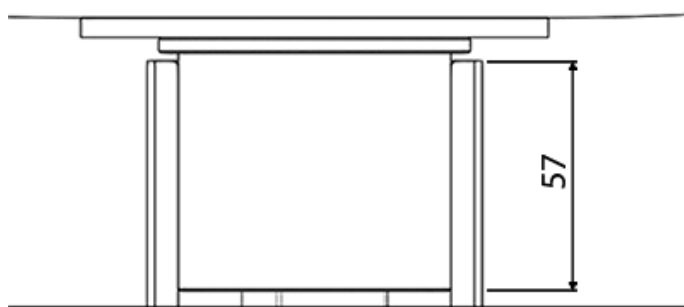
**Slika 57. Klizni ležaj nosača bubnja (presjek).**

$$p = \frac{F}{A_{\text{ležaja}}} = \frac{5000}{3990} = 1,25 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A_{\text{ležaja}} = l_{\text{min}} \cdot h = 55 \cdot 70 = 3990 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$p_{\text{dop(G-CuSn12)}} = 60 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

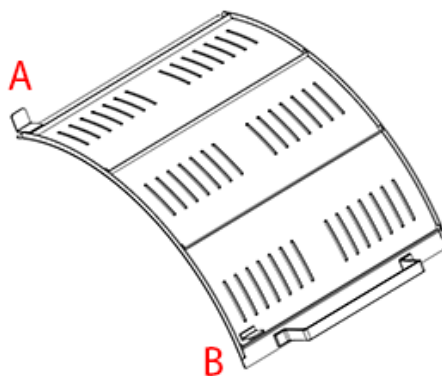
Minimalna dužina ( $l_{\text{min}}$ ) je uzeta 55 mm iz razloga što ležaj ima 2 mm zračnosti [Slika 58] sa svake strane i ako se bubanj uslijed sila pomakne u jedan od krajnjih položaja može nastupiti maksimalna zračnost od 4 mm (u tom slučaju drugi ležaj ima zračnost 0) i preklapanje se vrši samo na duljini od 55 mm.



**Slika 58. Preklapanje kliznog ležaja bubnja (normalno stanje sa 2 mm zračnosti).**

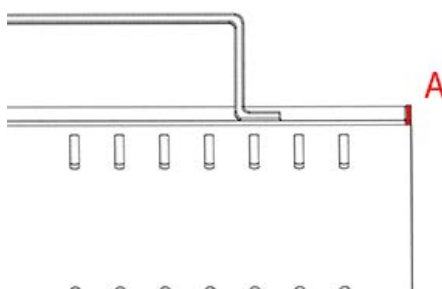
#### **6.1.7. Otvor bubnja(vrata)**

Otvor bubnja je riješen kliznim otvaranjem oko osi bubnja, vrata su ojačana poprečnim i uzdužnim profilima (15x3 mm) koji osim što značajno doprinose krutosti služe kao i vodilice za žlijeb na bubnju.



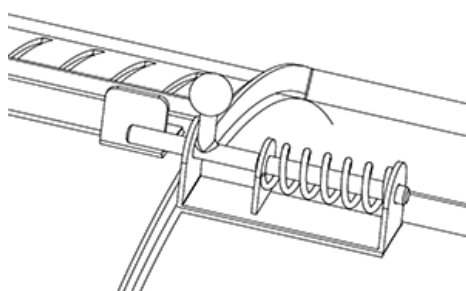
**Slika 59. Otvor bubnja (vrata).**

Vodilice (detalj A Slika 60) imaju zračnost od 2 mm, što je dovoljno za nesmetano pomicanje i lakšu montažu i manipulaciju a dovoljno malo da ne omogući pražnjenje smjese (zračnost od 2 mm je u biti puno manja od 5 mm koliko iznosi širina otvora za otjecanje soka).



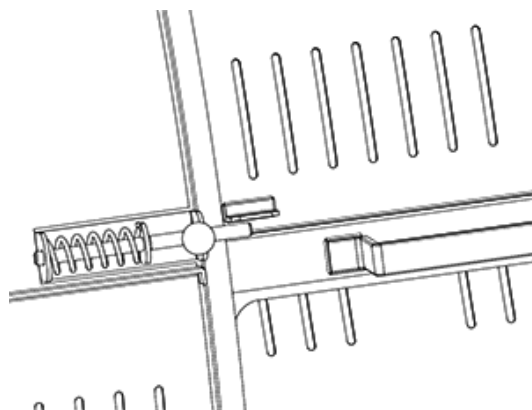
**Slika 60. Vodilica vrata (detalj A).**

Na vratima su vidljivi graničnici gibanja [Slika 59], graničnik A služi kao graničnik krajnjeg položaja otvorenih vrata i kao osigurač da se vrata ne otkližu previše "unazad" kroz vodilice bubnja osim kada se žele skinuti (transport ili servis), što se omogućava sigurnosnom kopčom [Slika 61]. Na isti se način osiguravaju vrata u zatvorenom položaju. Sila na kopču nije velika jer se vrata samo pridržavaju od klizanja i ne prenose nikakva opterećenja u tom smjeru (oko glavne osi bubnja).



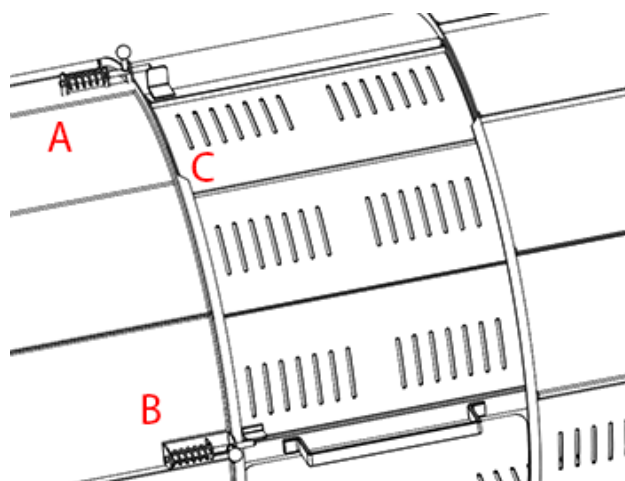
**Slika 61. Sigurnosna kopča otvora (stražnja, krajnji otvoren položaj).**

Bubanj sadrži ukupno dvije kopče za manipulaciju vratima, obje su identične i rade na principu opruge. Smještene su s lijeve strane otvora, gledano sa strane korisnika) kako bi se desna ruka bila slobodna za otvaranje i zatvaranje vrata (pretpostavka da je više korisnika dešnjaka).



**Slika 62.** Sigurnosna kopča otvora (prednja, krajnji otvoren položaj).

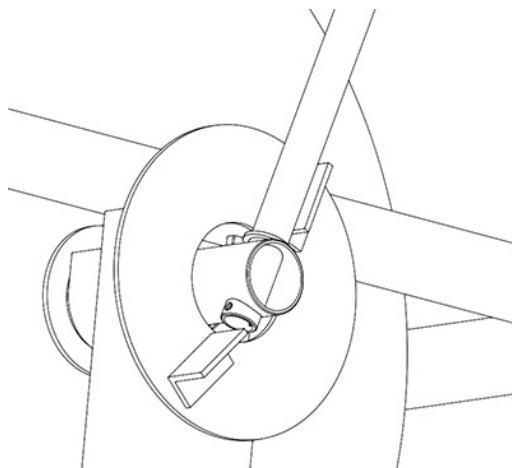
Točna situacija je vidljiva na slici [Slika 63], gdje se vidi da ako se kopča A oslobodi vrata se mogu otklizati unatrag te tako u potpunosti odvojiti od bubnja (vidi se gdje prestaje vođenje vrata nestankom žlijeba na bubnju (detalj C Slika 63) što omogućava skidanje).



**Slika 63.** Vrata u krajnjem otvorenom položaju.

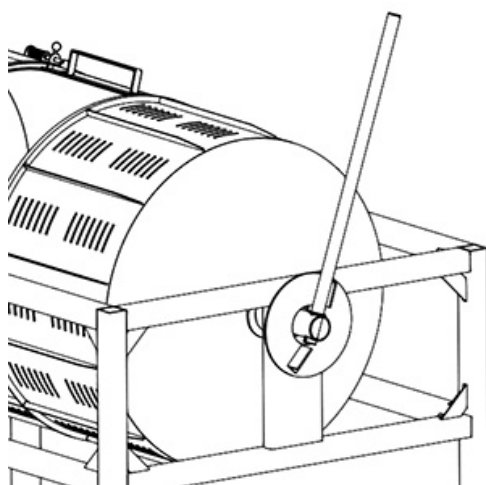
### Proračun poluge bubnja

Pomicanje bubnja oko vlastite osi ne nužno kod punjenja i pražnjenja bubnja, prilikom punjenja otvor bubnja je okrenut prema gore dok se kod pražnjenja okrene prema podu kako bi olakšao pražnjenje. Kut koji pri tome zatvara je  $155^\circ$  a kako bi se osigurala rotacija unutar tih granica postoje graničnici gibanja poluge bubnja [Error! Reference source not found.].



**Slika 64. Graničnici kretanja poluge bubnja.**

Efektivna dužina poluge iznosi 700 mm, profil je bešavna cijev promjera 30 mm debljine stijenke 3mm, materijal je X5CrNi18-10. Primarno opterećenje je savijanje oko centralne osi bubnja, u proračunu je uzeta maksimalna kratkotrajna sila koju čovjek može dati (500 N).



**Slika 65. Vrata u krajnjem otvorenom položaju.**

$$M_f = F \cdot l = 500 \cdot 700 = 350000 \text{ [Nmm]}$$

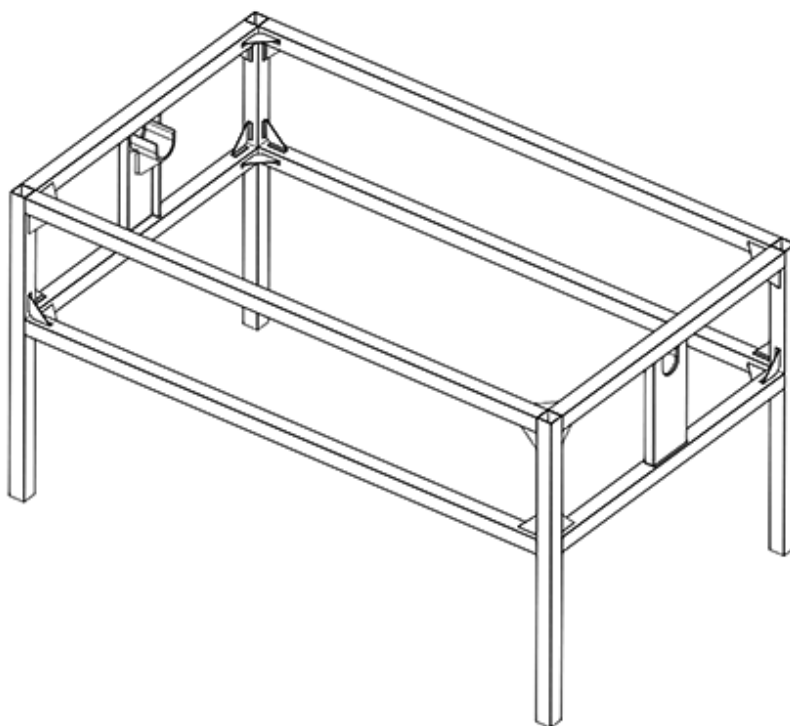
$$I_z = I_y = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64} \cdot (30^4 - 24^4) = 23474,77 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$W_z = W_y = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{30^4 - 24^4}{30} = 1564,98 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$\sigma_{maks} = \frac{M_f}{W_z} = \frac{350000}{1564,98} = 223,65 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

## 6.2. Proračun glavnog okvira (nosiva konstrukcija)

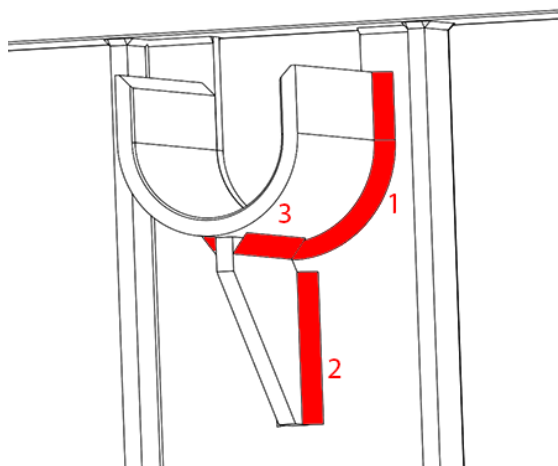
Čitava konstrukcija glavnog nosećeg okvira preše izrađena je od standardnih kvadratnih profila 50x50 mm debljine stijenke 3mm. Materijal profila je nehrđajući čelik X5CrNi18-10 kao i kod bubnja. Ovaj čelik je standardni materijal u uporabi kod izrade posuda i elemenata u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji.



Slika 66. Glavni okvir (nosiva konstrukcija).

### 6.2.1. Proračun zavora nosača ležaja bubnja

Proračun zavora nosača ležaja će se pojednostaviti i neki zavori će se zanemariti u proračunu jer bitno kompliciraju izračun a nisu bitni za čvrstoću (zavar 3 samo pridržava nosač ležaja i pomoćni profil). Dio zavora 1 (koji je paralelan sa opterećenjem) i zavar 2 izdržavaju opterećenja tako da su ostali zavori samo dodatni faktor sigurnosti, njihove površine će se zbrojiti kao jedna što će imati utjecaja na točnost rezultata ali veliki faktor sigurnosti osigurava da je greška unutar dopuštenog područja. Dio zavora 1 i 2 koji su paralelni sa opterećenjem u proračunu su označeni kao  $a_1$  i  $a_2$ .



Slika 67. Zavar nosača ležaja bubnja.

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot n = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 37,53 = 26,54 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$n = \frac{M}{W_{zav}} = \frac{F \cdot l}{W_{zav}} = \frac{5000 \cdot 95}{12656,25} = 37,53 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$W_{zav} = \frac{I_{zav}}{\frac{d_v}{2} + A} = \frac{607500}{\frac{86}{2} + 5} = 12656,25 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$I_{zav} = \frac{a \cdot h^3}{6} = \frac{5 \cdot 90^3}{6} = 607500 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F}{(\Sigma A_{zav})_{\parallel}} = \frac{5000}{900} = 5,55 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A_{zav\parallel} = A_1 + A_2 = 300 + 600 = 900 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$A_1 = 2 \cdot (5 \cdot 30) = 300 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$A_2 = 2 \cdot (5 \cdot 60) = 600 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 1,8 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{2,8 \cdot \frac{n^2}{2} + 1,8 \cdot \tau_{\parallel}^2} = \sqrt{2,8 \cdot \frac{37,53^2}{2} + 1,8 \cdot 5,55^2} =$$

$$\sigma_{red} = 45,03 \text{ [N/mm}^2\text{]} \leq \sigma_{zdop} = 480 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

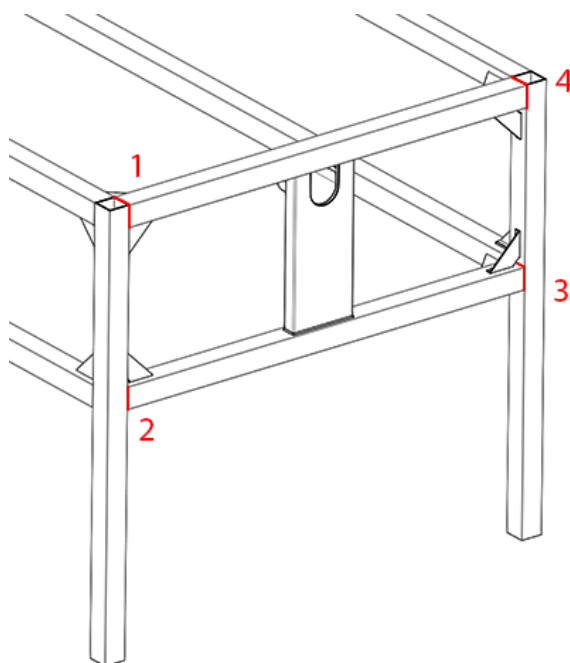
$$\sigma_{zdop} = \beta \cdot \sigma_{dop} = 0,96 \cdot 500 = 480 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\beta = 0,8 \cdot \left(1 + \frac{1}{a}\right) \text{ za } a \geq 4 \text{ mm (prema DIN-u)}$$

Iz proračuna proizlazi da je ovaj zavar relativno predimenzioniran što je u redu s obzirom da je debljina osnovnog materijala 8 mm a debljina zavora 5 mm čime je zagwarantirana dobra krutost nosača ležaja.

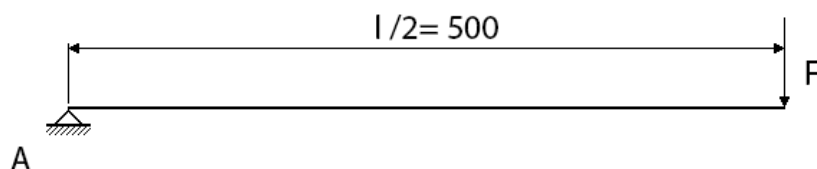
### 6.2.2. Proračun kutnog spoja poprečnih profila

Poprečni profili 50x50 mm debljine 3mm simetrično su opterećeni na odrez i savijanje silom koja se preko nosača ležaja na njih prenosi. Pretpostavka je pravilna raspodjela sile na četiri jednaka djela ( $5000/4 = 1250$  N). Proračun zavora će se provesti za jedan nosač sa istom pretpostavkom da se ustali zavori ponašaju jednako izračunatom. Na slici [Slika 68] su označeni zavori 1, 2, 3 i 4.



**Slika 68. Spoj poprečnih profila.**

Promatramo zavar 1 sa slike [Slika 68] i za njega izvodimo proračun, dijagram opterećenja je pojednostavljeno prikazan na slici [Slika 69].



**Slika 69. Dijagram opterećenja oslonca 1.**



$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot n = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 404,99 = 286,37 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$n = \frac{M}{W_{zav}} = \frac{F \cdot l}{W_{zav}} = \frac{1250 \cdot 500}{1543,21} = 404,99 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$W_{zav} = \frac{I_{zav}}{\frac{h}{2} + a} = \frac{41666,66}{\frac{50}{2} + 2} = 1543,21 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$I_{zav} = \frac{a \cdot h^3}{6} = \frac{2 \cdot 50^3}{6} = 41666,66 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F}{(\Sigma A_{zav})_{\parallel}} = \frac{1250}{200} = 6,25 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A_{zav\parallel} = 2 \cdot (50 \cdot 2) = 200 \text{ [mm}^2\text{]}$$

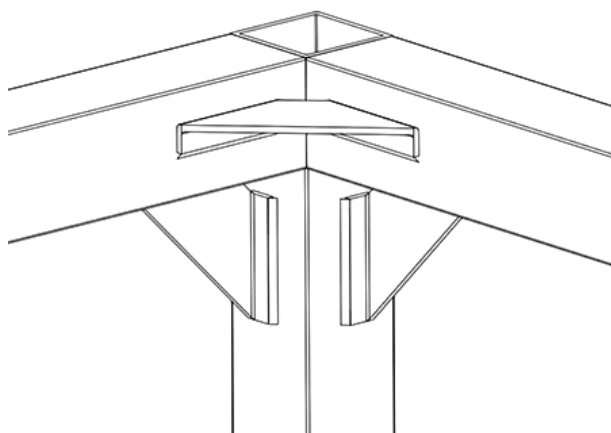
$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 1,8 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{2,8 \cdot \frac{n^2}{2} + 1,8 \cdot \tau_{\parallel}^2} = \sqrt{2,8 \cdot \frac{404,99^2}{2} + 1,8 \cdot 6,25^2} =$$

$$\sigma_{red} = 479,26 \text{ [N/mm}^2\text{]} \leq \sigma_{Zdop} = 500 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{Zdop} = \beta \cdot \sigma_{dop} = 1 \cdot 500 = 500 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

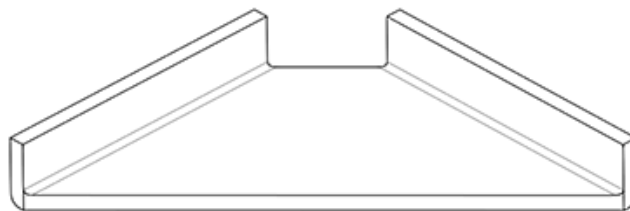
$$\beta = 1 \text{ za } a < 4 \text{ mm (prema DIN-u)}$$

Naprezanja zavara su na granici dobivenoj u proračunu ali treba uzeti u obzir da je uzeta minimalna vlačna čvrstoća materijala (500 N/mm<sup>2</sup> iz spektra 500 do 700), da je krak 500 mm a u stvarnosti je kraći (450) te da je proračun izuzeo čitavu površinu zavara. Ipak se dodaju kutna pojačanja koja značajno doprinose krutosti konstrukcije nosećeg okvira [Slika 70].



**Slika 70. Spoj poprečnih profila - detalj kutnih pojačanja.**

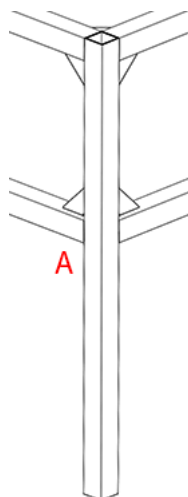
Kutno pojačanje je izrađeno od istog materijala (X5CrNi18-10), lim debljine 2,5 mm je savijen i prilagođen jednostavnom navarivanju na konstrukciju [Slika 71].



**Slika 71. Spoj poprečnih profila - detalj kutnih pojačanja.**

### 6.2.3. Proračun noge okvira

Vertikalni profili nosećeg okvira su opterećeni na tlak, izvijanje i savijanje između točke "A" i poda [Slika 72]. Profil vertikalnog nosača je također 50x50 mm debljine 3 mm.



**Slika 72. Vertikalni profil nosećeg okvira.**

**Tlak:**

$$p = \frac{F}{A_{\text{profila}}} = \frac{1500}{564} = 2,66 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A_{\text{profila}} = 50^2 - 44^2 = 564 \text{ [mm}^2\text{]}$$

**Savijanje:**

$$M_f = F \cdot l = 1500 \cdot 550 = 825000 \text{ [Nmm]}$$

$$I_x = \frac{a_v^4}{12} - \frac{a_u^4}{12} = \frac{50^4}{12} - \frac{44^4}{12} = 208492 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$W_x = \frac{a_v^3}{6} - \frac{a_u^3}{6} = \frac{50^3}{6} - \frac{44^3}{6} = 6636 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$\sigma_{maks} = \frac{M_f}{W_x} = \frac{825000}{6636} = 124,32 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

### Izvijanje:

$$\sigma_{izv} = \frac{F}{A} \cdot \omega = \frac{1500}{564} \cdot 1,1 = 2,93 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\omega = 1,1 \text{ [kraut 149]}$$

$$\sigma_k = \pi^2 \cdot \frac{E}{\lambda^2} = \pi^2 \cdot \frac{210000}{28,6^2} = 2533,88 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{550}{19,227} = 28,6$$

$$i = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} = \sqrt{\frac{208492}{564}} = 19,227$$

$$I_{\min} = I_x = \frac{a_v^4}{12} - \frac{a_u^4}{12} = \frac{50^4}{12} - \frac{44^4}{12} = 208492 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$\sigma_{maks} = \frac{M_f}{W_x} = \frac{825000}{6636} = 124,32 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Pri čemu je:

$\sigma_{izv}$  = naprezanje u nosaču [N/mm<sup>2</sup>]

$\sigma_k$  = kritično naprezanje [N/mm<sup>2</sup>]

$\lambda$  = vitkost profila [-]

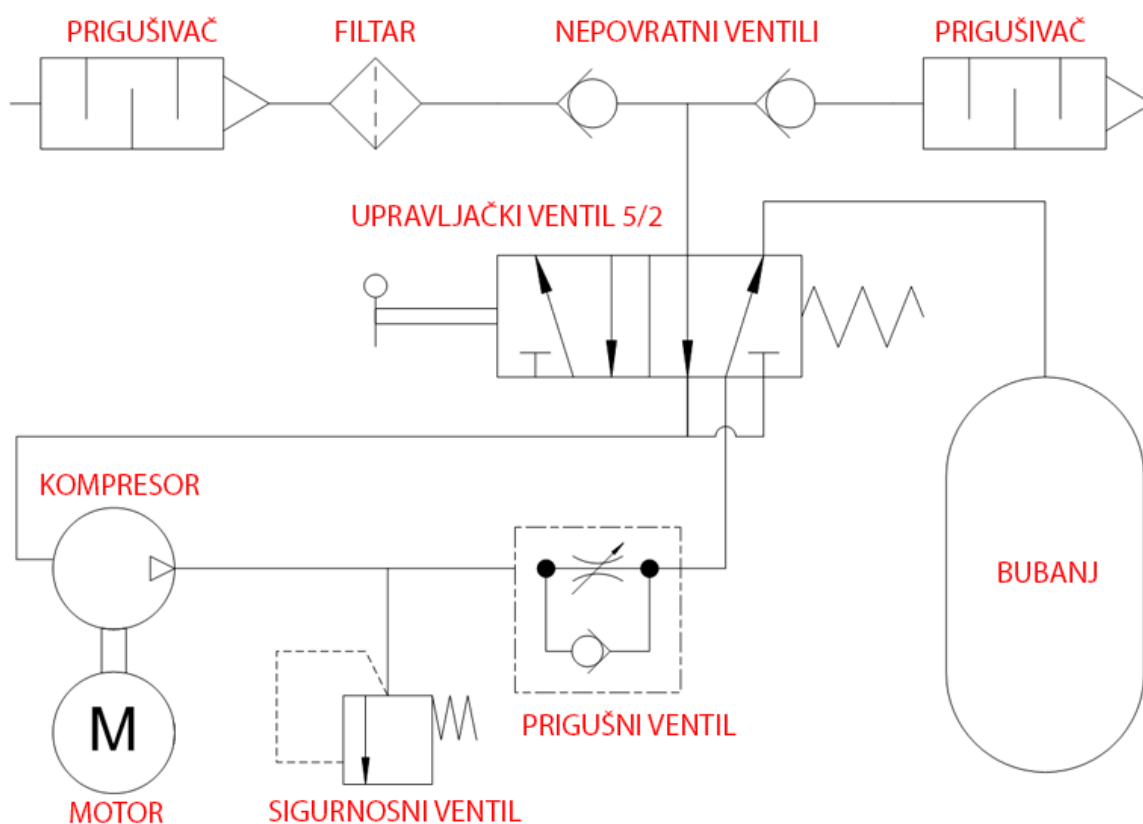
$i$  = radijus tromosti [mm]

### 6.3. Proračun pneumatskog sustava

Kako je ovo pneumatska preša ona se sastoji od više komponenti koje čine pneumatski sustav, sve komponente ovog sustava su proizvod njemačke tvrtke FESTO [17] osim sklopa klipnog kompresora (pumpe) i motora koji proizvod američke vrtke GAST [18]. Prije nego se napravi pregled svih komponenti sustava potrebno je definirati pneumatsku shemu odgovarajućim dijagramom.

#### 6.3.1. Pneumatska shema

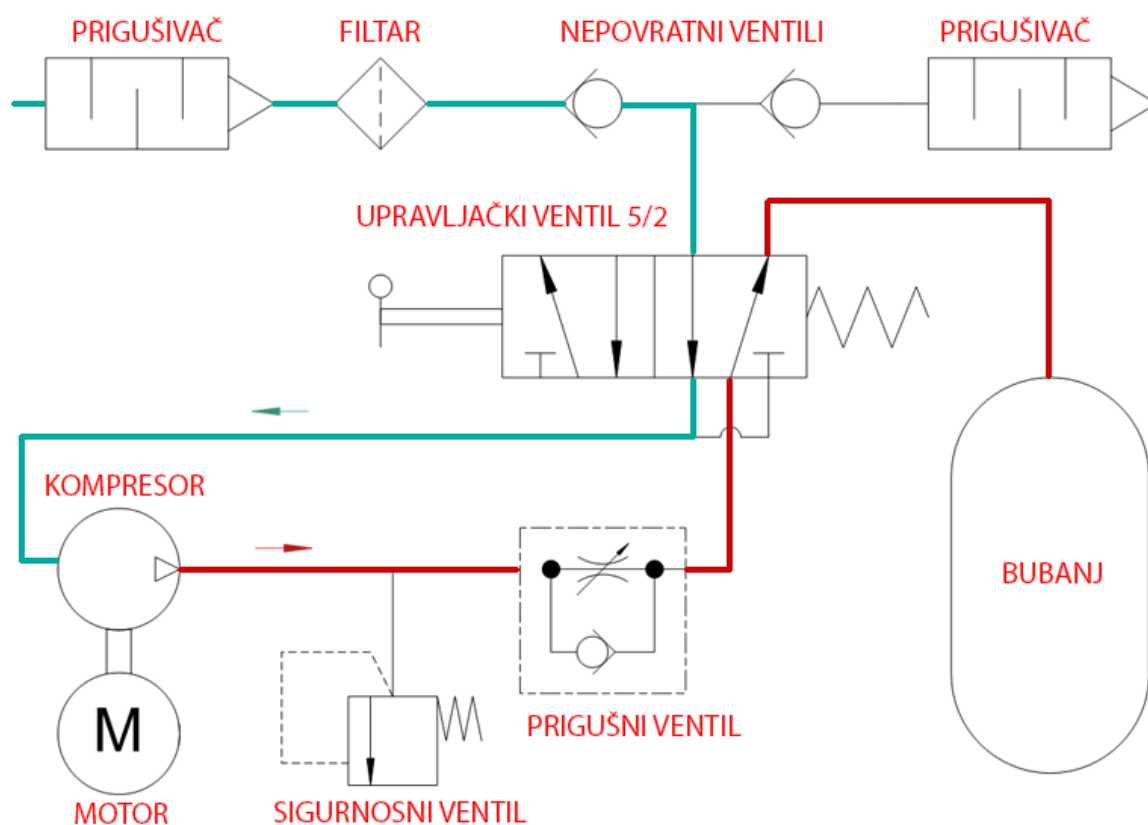
Pneumatska shema [Slika 73] nastoji simboličkim prikazom elemenata predložiti način rada sustava. Za pogon sustava zadužen je elektromotor sa kompresorom zraka koji ima ispuh i usis kao radne priključke te je sposoban napraviti podtlak od 65 mbar. Nakon pogonskog djela slijedi sigurnosni ventil koji je baždaren na tlak od 2 bar, to znači da je taj ventil zatvoren sve dok tlak u sustavu ne pređe granicu od 2 bara, onda se otvara i ispušta zrak u atmosferu dok tlak sustava ne padne ispod 2 bara. Ovaj ventil koristi opruga/vijak kontrolu pritiska i obavezan je element svakog pneumatskog sustava, montira se na mjesto najvećeg mogućeg tlaka u sustavu, obično odmah iza kompresora ili na spremnik medija ako postoji.



Slika 73. Pneumatska shema rada.

Prigušni ventil za ovakve sustave nije nužan ali je uvršten u shemu kao pravilo kako se inače trebaju graditi pneumatski sustavi. Onda slijedi srce sustava, upravljački ventil 5/2 koji ima ugrađenu manipulaciju zakretanja ručice u položaj "A" i "B", položaj "A" predstavlja punjenje bubnja zrakom a položaj "B" pražnjenje bubnja. Nepovratni ventili služe kako bi omogućili protok medija u samo jednom smjeru, u konkretnom slučaju koriste se dva ovakva ventila. Filtar zraka je obavezan element bez kojega bi kompresor vrlo brzo prestao sa radom, sav zrak (medij) koji ulazi u sustav (kompresor) mora proći filtraciju. Prigušni ventili su proizvoljni i vjerojatno nepotrebni u konkretnom primjeru jer se ne radi o velikim brzinama strujanja i velikom razlikom tlakova.

**Položaj "A":** U ovom položaju ručice kompresor usisava zrak okoline kroz filtari i predaje ga u bubanj, na slici [Slika 74] je plavom bojom prikazano strujanje zraka prema usisu kompresora dok je crvenom bojom prikazan tok zraka prema bubnju.

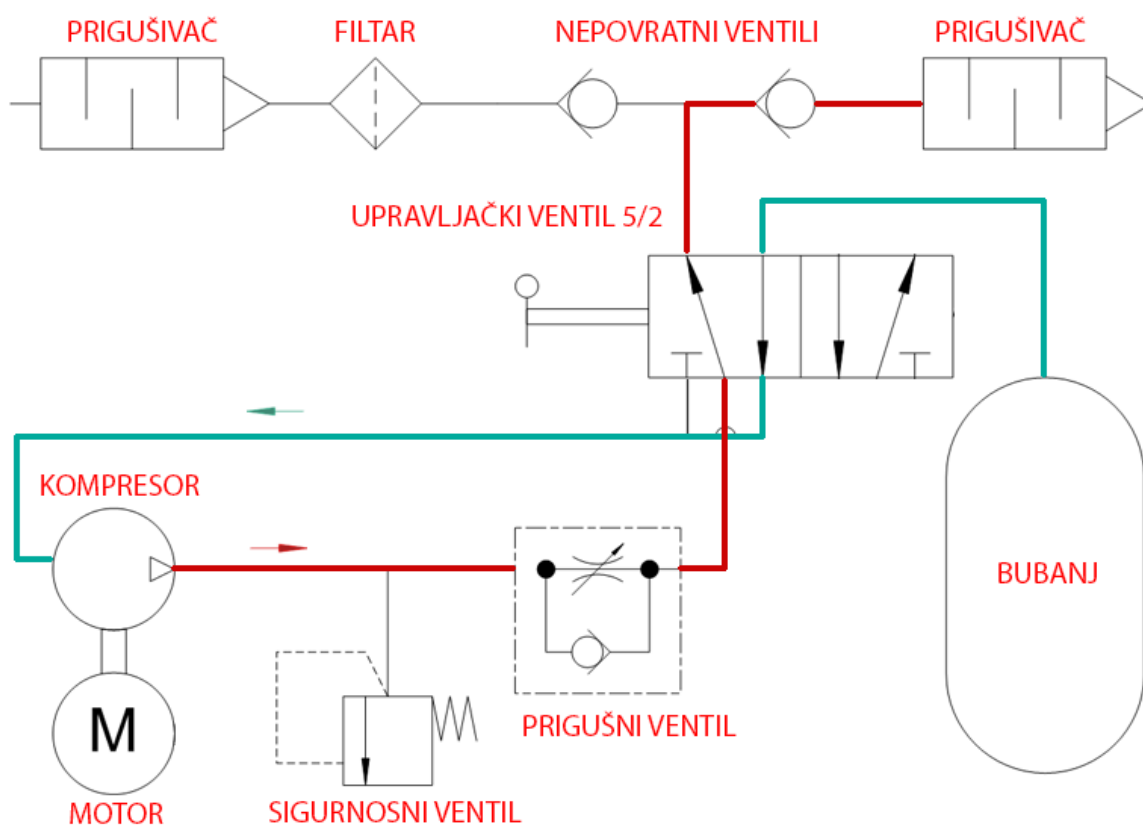


**Slika 74. Shematski prikaz punjenja bubnja.**

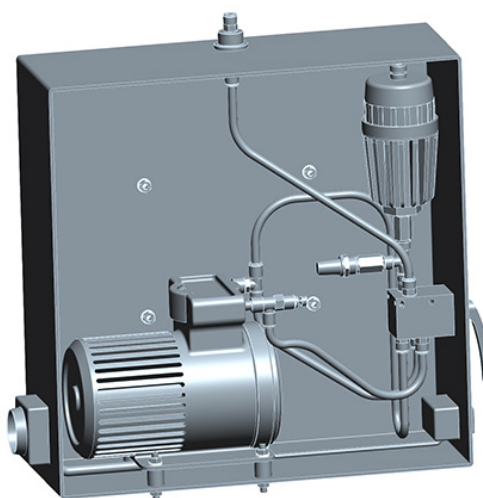
Kada tlak zraka bubnja i sustava dosegne 2 bara otvara se sigurnosni ventil i sav dodatni zrak ispušta u atmosferu, kako tlak sustava konstantno pada (zbog cijedenja smjese grožđa) zbog povećanja volumena a kompresor radi konstantno dolazi do česte aktivacije

sigurnosnog ventila. Trajanje ovog procesa je oko 30 minuta koliko je dovoljno da se smjesa dobro ocijedi.

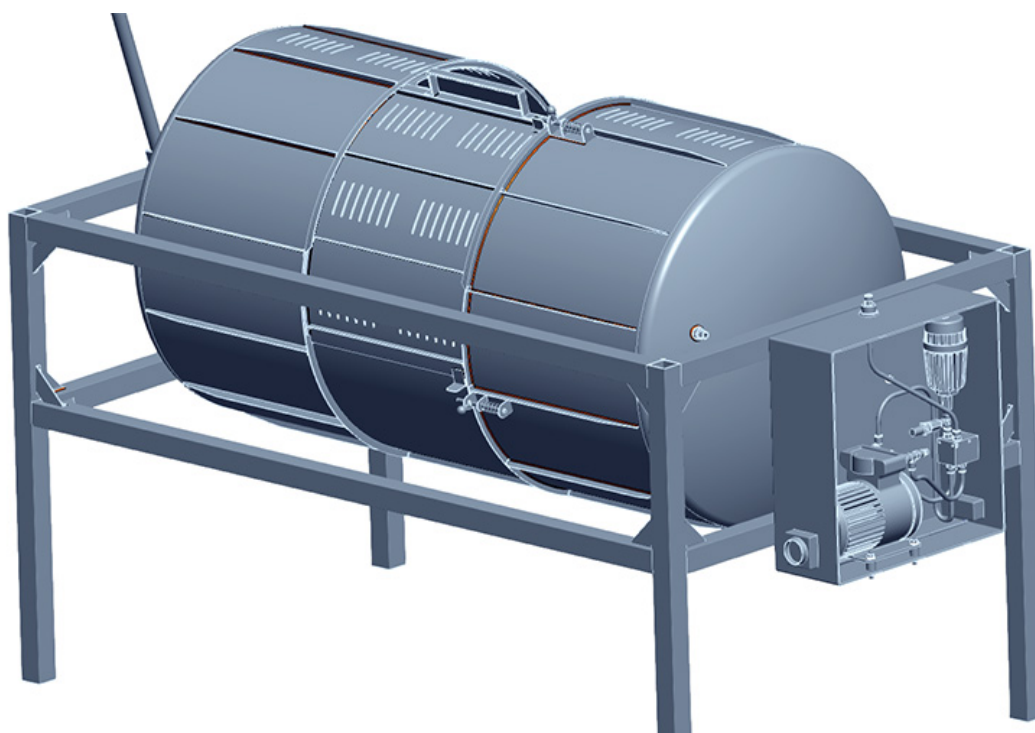
**Položaj "B":** Kada je ciklus opisan u slučaju "A" završio nastavlja se ciklus "B" u kojem kompresor nastavlja raditi kao i prije samo se položaj upravljačkog ventila pomakao u položaj "B" što je preusmjerilo glavi tok zraka umjesto u bubanj prema otvorenoj atmosferi, isto tako usis zraka se više ne dešava iz atmosfere već iz bubnja.



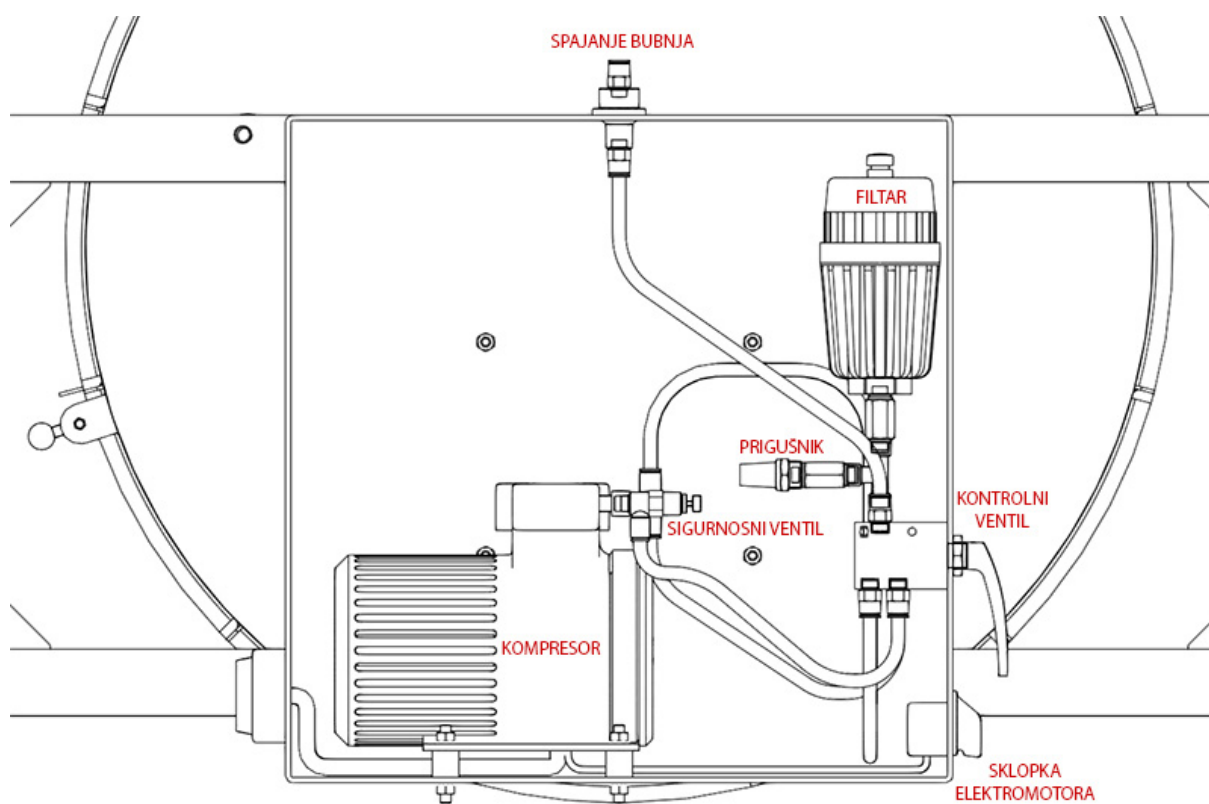
Slika 75. Shematski prikaz pražnjenja bubnja.



Slika 76. Prikaz 3D modela pneumatskog sustava.



Slika 77. Smještaj upravljačke kutije na preši.

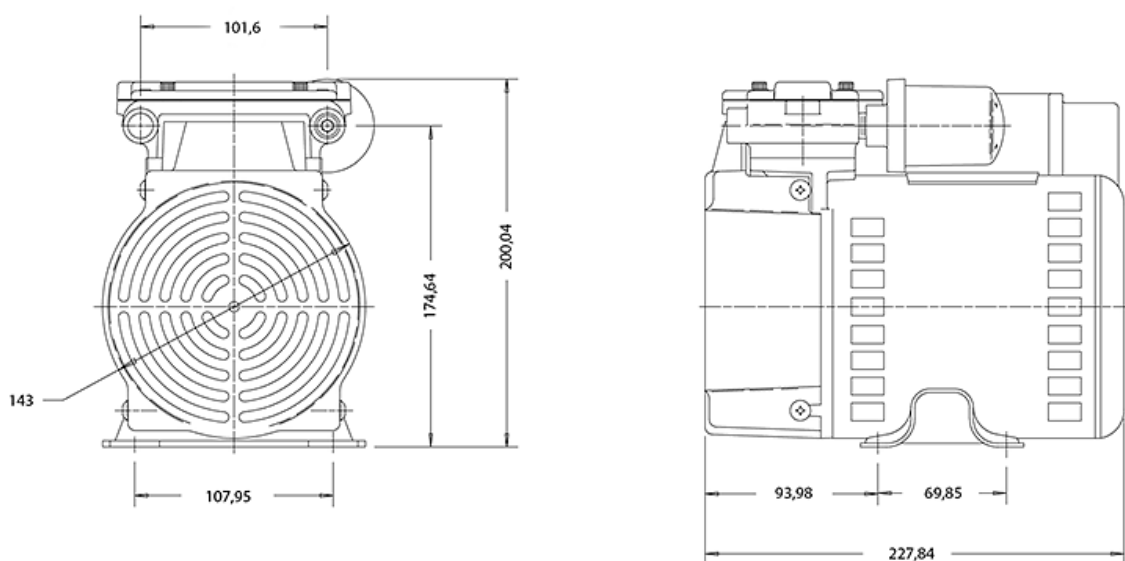


Slika 78. Prikaz 3D komponenti pneumatskog sustava.

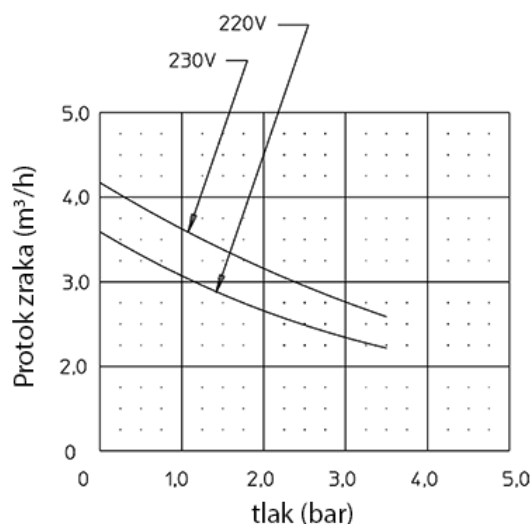
### 6.3.2. Klipni kompresor/elektromotor GAST 72R

Kod odabira kompresora trebalo je zadovoljiti minimalan protok i dovoljno visok radni pritisak kao glavne karakteristike te mogućnost stvaranja vakuuma koji je nužan za povlačenje membrane u početni položaj. Odabran je jednocilindrični klipni kompresor čija idealna radna točka savršeno odgovara potrebama naše preše [Slika 80].

Odabrani kompresor je pokretan elektromotorom snage 0.25 kW koji je smješten u zajedničkom kućištu vrlo kompaktnih dimenzija ( $D \times \check{S} \times V = 230 \times 150 \times 200$  mm) [Slika 79].



Slika 79. Dimenzije klipnog kompresora GAST 72R.



Slika 80. Dijagram režima rada klipnog kompresora GAST 72R.

Ovaj model pogoni jednofazna struja napona 220V/50Hz i snage 1.8A. GAST 72R dolazi sa četiri navojna priključka od čega su dva za tlačno spajanje dok su ostala dva za

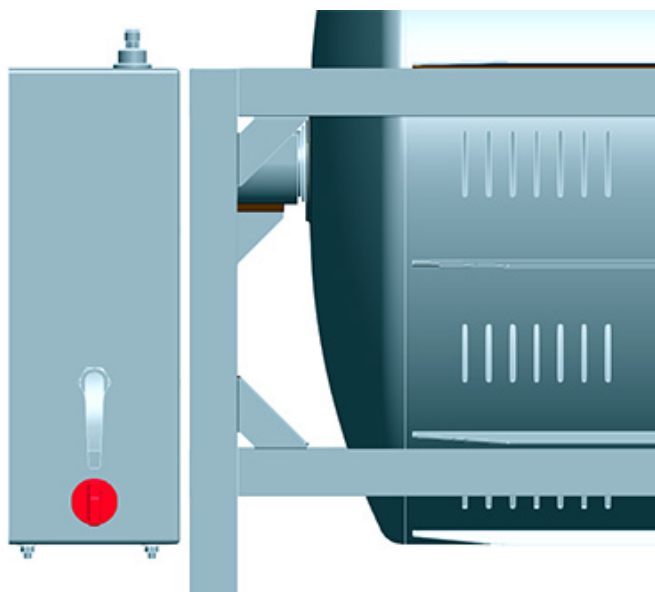


spajanje na vakuumske vodove. Navoj priključaka je 1/4 NPTF a po potrebi se može montirati i "brza" kopča za standardna pneumatska crijeva. Motor mora raditi u okruženju koje nije zagađeno prašinom a radni medij (zrak) obavezno mora biti filtriran prije ulaska u priključna mjesta. Sve bitne karakteristike kompresora GAST 72R su dane u tabeli [Tabela 18].

**Tabela 18. Karakteristike klipnog kompresora GAST 72R.**

| Karakteristika           | Vrijednost                   |
|--------------------------|------------------------------|
| Oznaka modela            | 72R142-P001B-D301X           |
| Maksimalni protok zraka  | 3,4...4,25 m <sup>3</sup> /h |
| Maksimalni pritisak      | 7 bar                        |
| Maksimalni vakuum        | 65 mbar                      |
| Snaga motora             | 0,25 kW                      |
| Broj okretaja motora     | 1400 min <sup>-1</sup>       |
| Masa motora              | 6,4 kg                       |
| Radno područje           | 5...40 °C                    |
| Relativna vlažnost zraka | 20...80 %                    |
| Razina buke              | < 70 dB(A)                   |

Motor se pokreće prekidačem smještenim na upravljačkom djelu preše odmah ispod ručice glavnog upravljačkog ventila [Slika 81].



**Slika 81. Smještaj sklopke elektromotora.**

### 6.3.3. Pneumatski vodovi (poliuretanska crijeva)

Za manipulaciju medija (zraka) odabrana su standardna polimerna crijeva (poliuretan) koja mogu podnijeti velika toplinska i mehanička naprezanja te su atestirana na tlakove i temperature značajno više nego se koriste ovom projektu.



Slika 82. Pneumatski vod PAN-10X1,5-NT.

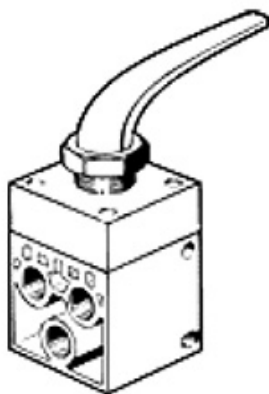
Tabela karakteristika odabranog crijeva (PAN-10X1,5-NT) [Tabela 19] pokazuje sve bitne parametre.

**Tabela 19. Karakteristike pneumatskog crijeva PAN-10X1,5-NT.**

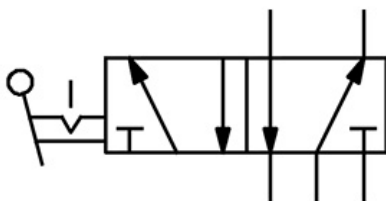
| Karakteristika                    | Vrijednost     |
|-----------------------------------|----------------|
| Vanjski promjer                   | 10 mm          |
| Unutarnji promjer                 | 7 mm           |
| Minimalni radijus savijanja       | 27 mm          |
| Minimalni radijus bitan za protok | 58 mm          |
| Radni tlak (ovisi o temperaturi)  | -0,95...17 bar |
| Radna temperatura                 | -30...80 °C    |
| Certifikat                        | TÜV            |
| Relativna masa                    | 0,042 kg/m     |

### 6.3.4. Glavni upravljački ventil FESTO H-5-1/4-B

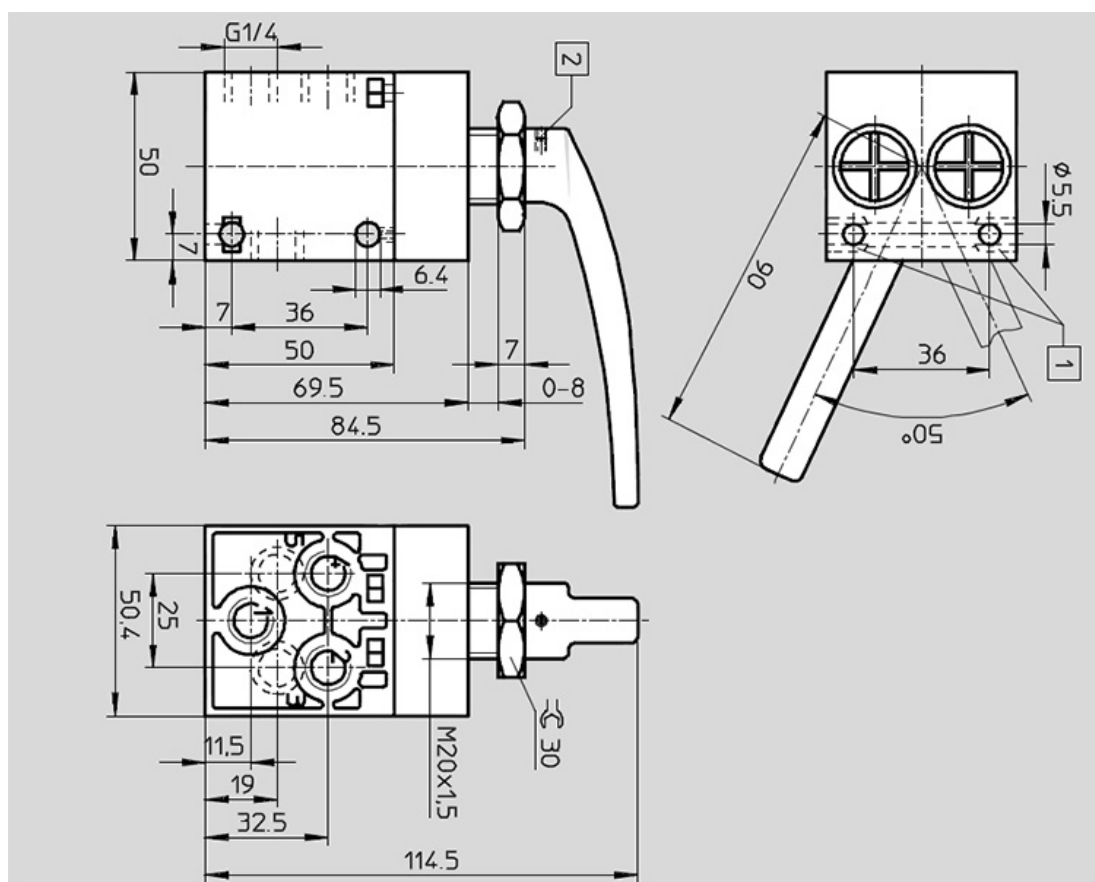
Centralni dio pneumatskog kruga je glavni upravljački ventil, on usmjerava radni medij u zadane vodove. Odabran je 5/2 ventil (5 označava broj priključaka na ventilu a 2 označava radne točke) čija shema je vidljiva na slici [Slika 84]. Smještaj ručice upravljačkog ventila vidljiv je na slici [Slika 81].



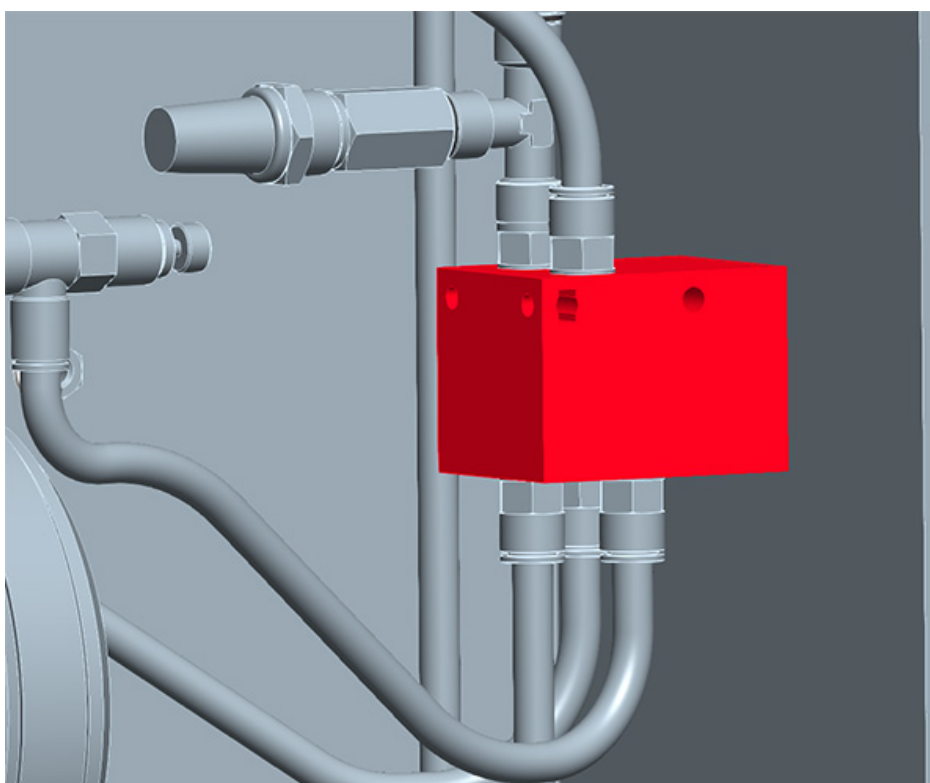
Slika 83. Glavni upravljački ventil FESTO H-5-1/4-B.



Slika 84. Shema ventila FESTO H-5-1/4-B.



Slika 85. Dimenzije ventila FESTO H-5-1/4-B.



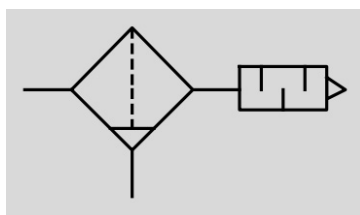
**Slika 86. Položaj upravljačkog ventila sa priključenim vodovima.**

**Tabela 20. Karakteristike upravljačkog ventila FESTO H-5-1/4-B.**

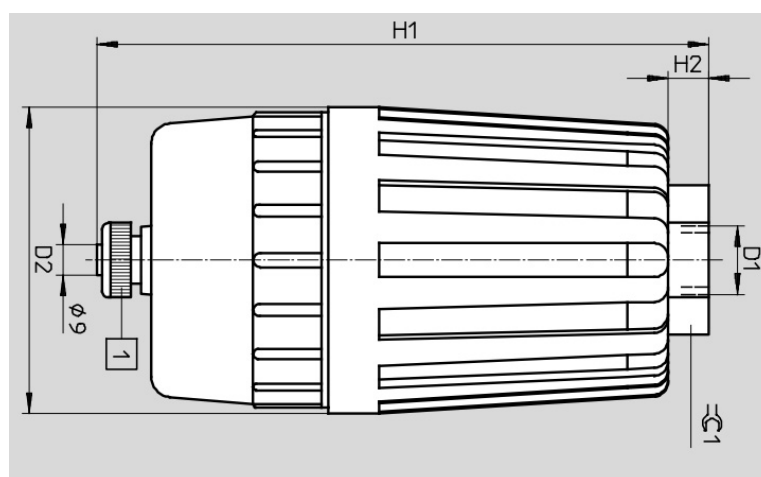
| Karakteristika              | Vrijednost        |
|-----------------------------|-------------------|
| Funkcija                    | 5/2               |
| Standardni nominalni protok | 550 l             |
| Radni tlak                  | -0,95...10 bar    |
| Izvedba                     | Klipna košuljica  |
| Promjer                     | 7 mm              |
| Radna temperatura           | -10...60 °C       |
| Sila aktiviranja            | 22 N              |
| Masa ventila                | 510 g             |
| Način montiranja            | Centralni otvor   |
| Oznake priključnih navoja   | G 1/4             |
| Materijal kućišta           | Lijevani aluminij |

### 6.3.5. Filtar zraka LFU-1/4

Filtar zraka je obavezna komponenta svakog pneumatskog sustava, LFU-1/4 osim filtriranja zraka vrši i funkciju prigušivanja buke prilikom strujanja (osjetno kod velikih protoka, ne odnosi se na naš projekt). Shema prigušnog filtra dana je slikom [Slika 87].



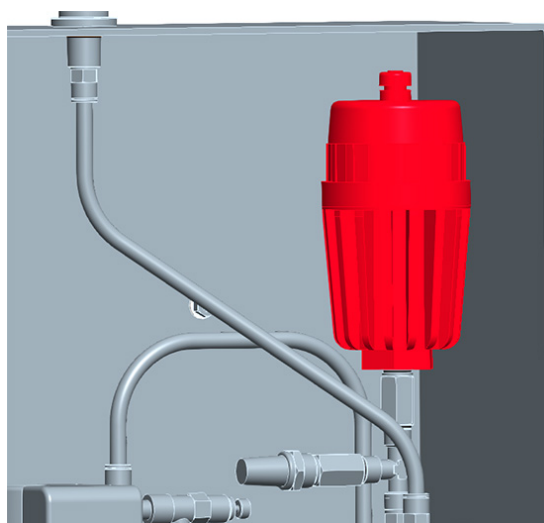
Slika 87. Shema filtra/prigušivača FESTO LFU-1/4.



Slika 88. Oznake dimenzija filtra/prigušivača FESTO LFU-1/4.

Tabela 21. Dimenzije filtra/prigušivača FESTO LFU-1/4.

| Dimenzija    | Vrijednost |
|--------------|------------|
| D1           | G 1/4      |
| D2           | 77 mm      |
| H1           | 131 mm     |
| H2           | 7 mm       |
| Otvor ključa | 26 mm      |



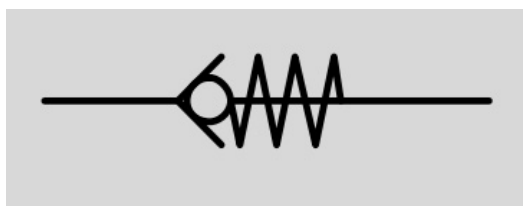
Slika 89. Smještaj filtra u upravljačkoj kutiji.

Tabela 22. Karakteristike filtra/prigušivača FESTO LFU-1/4.

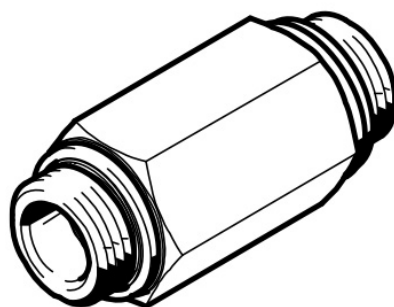
| Karakteristika         | Vrijednost                |
|------------------------|---------------------------|
| Radni položaj          | Vertikalno                |
| Razred filtriranja     | 1 $\mu\text{m}$           |
| Otpuštanje kondenzata  | Ručno                     |
| Tlak usisa             | 0...16 bar                |
| Protok prema atmosferi | $\geq 4000 \text{ l/min}$ |
| Redukcija buke         | Do 40 dB                  |
| Radna temperatura      | -10...60 °C               |
| Masa                   | 190 g                     |
| Priključni navoj       | G 1/4                     |

### 6.3.6. Nepovratni ventil H-1/4-B

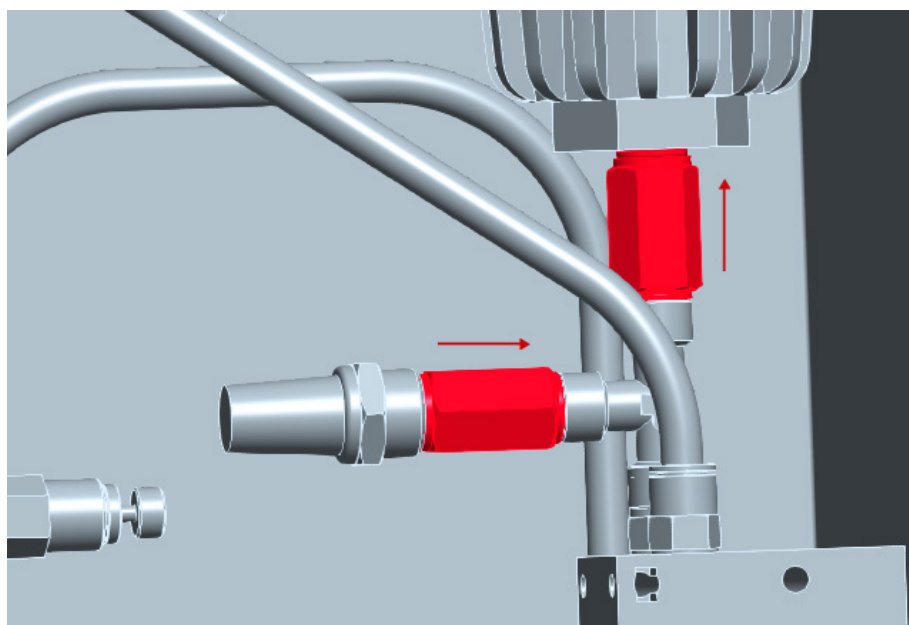
Nepovratni ventil ima funkciju propuštanja radnog medija samo u jednom smjeru, primjenjuju se u gotovo svim pneumatskim krugovima, vrlo su jednostavne konstrukcije.



Slika 90. Shema nepovratnog ventila H-1/4-B.



Slika 91. Nepovratni ventil H-1/4-B.



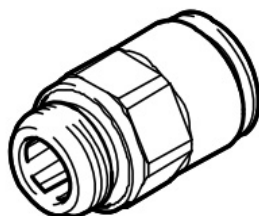
Slika 92. Smještaj nepovratnih ventila sa ucrtanim smjerovima toka medija.

Tabela 23. Karakteristike nepovratnog ventila H-1/4-B.

| Karakteristika    | Vrijednost           |
|-------------------|----------------------|
| Vrsta priključka  | navoj                |
| Priključak 1      | G 1/4                |
| Priključak 2      | G 1/4                |
| Radni tlak        | 0,4...12 bar         |
| Radna temperatura | -10...60 °C          |
| Materijal         | Anodizirani aluminij |
| Protok            | 1000 l/min           |
| Moment pritezanja | 11 Nm                |
| Masa              | 25,4 g               |

### 6.3.7. Spojnica NPQH-D-G14-Q10-P10

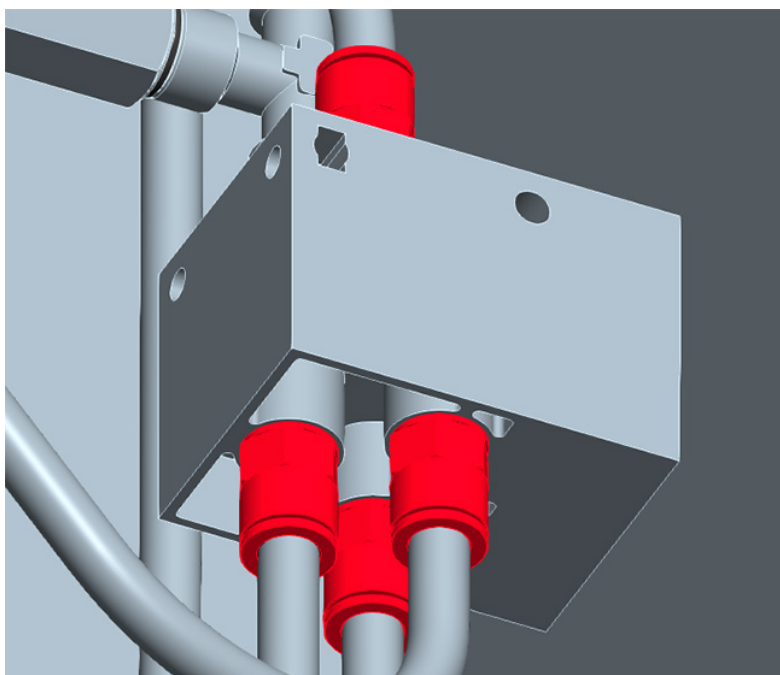
Spojnice su elementi koji spajaju druge elemente, najčešće sa pneumatskim vodovima (crijevima), dolaze u velikom broju izvedbi zavisno od primjene, za ovaj projekt odabrane su brze spojnice koje se odlikuju lakoćom primjene i manipulacije vodovima.



Slika 93. Brza pneumatska spojica NPQH-D-G14-Q10-P10.

Tabela 24. Karakteristike nepovratnog ventila H-1/4-B.

| Karakteristika    | Vrijednost                  |
|-------------------|-----------------------------|
| Vrsta priključka  | Navoj / crijevo             |
| Priključak 1      | G 1/4                       |
| Priključak 2      | Crijevo $\varnothing 10$ mm |
| Radni tlak        | -0,95...16 bar              |
| Radna temperatura | 0...150 °C                  |



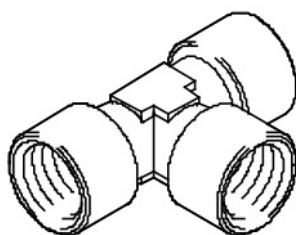
Slika 94. Prikaz brzih spojnica priključenih na upravljački ventil.



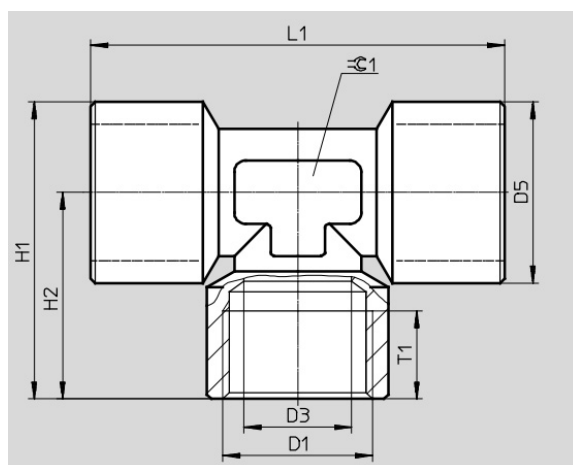
### 6.3.8. Spojna koljena

U ovom projektu se koriste dva različita spojna koljena, to su pomoćni elementi koji povezuju ostale elemente ili vodove. Postoje u svim mogućim izvedbama spajanja i kombinacijama grananja (I, L, T, Y, X, V...).

#### 6.3.8.1. Spojno koljeno NPFC-T-3G14-F



Slika 95. Spojno koljeno NPFC-T-3G14-F.



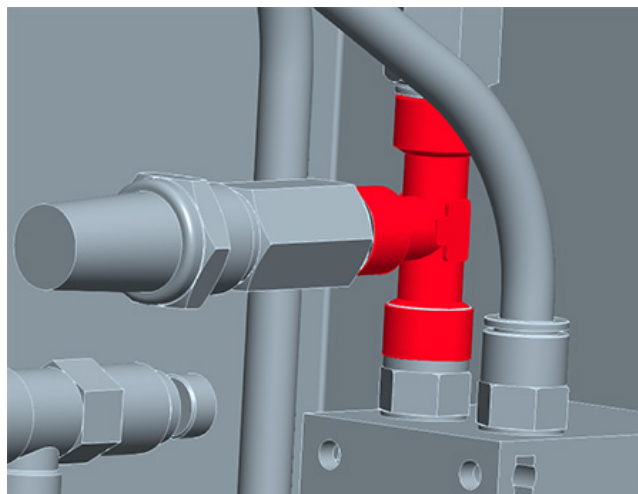
Slika 96. Oznake dimenzija spojnog koljena NPFC-T-3G14-F.

Tabela 25. Dimenzije spojnog koljena NPFC-T-3G14-F.

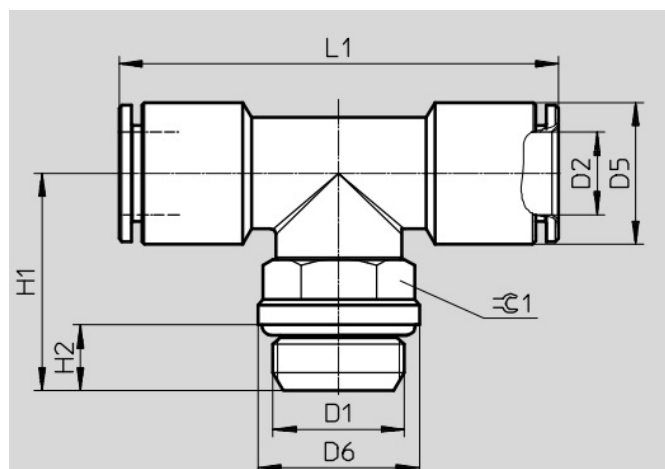
| Dimenzija    | Vrijednost |
|--------------|------------|
| D3           | 8 mm       |
| D5           | 16.5 mm    |
| H1           | 32.8 mm    |
| H2           | 24.5 mm    |
| L1           | 49 mm      |
| T1           | 9.5 mm     |
| Otvor ključa | 13 mm      |

**Tabela 26. Karakteristike spojnog koljena NPFC-T-3G14-F.**

| Karakteristika    | Vrijednost     |
|-------------------|----------------|
| Materijal         | Bronca, nikal  |
| Priključak 1      | G 1/4          |
| Priključak 2      | G 1/4          |
| Priključak 3      | G 1/4          |
| Radna temperatura | -20...150 °C   |
| Radni tlak        | -0.95...50 bar |

**Slika 97. Prikaz spojnog koljena NPFC-T-3G14-F u modelu.**

#### 6.3.8.2. Spojno koljeno NPQH-T-G14-Q10-P10

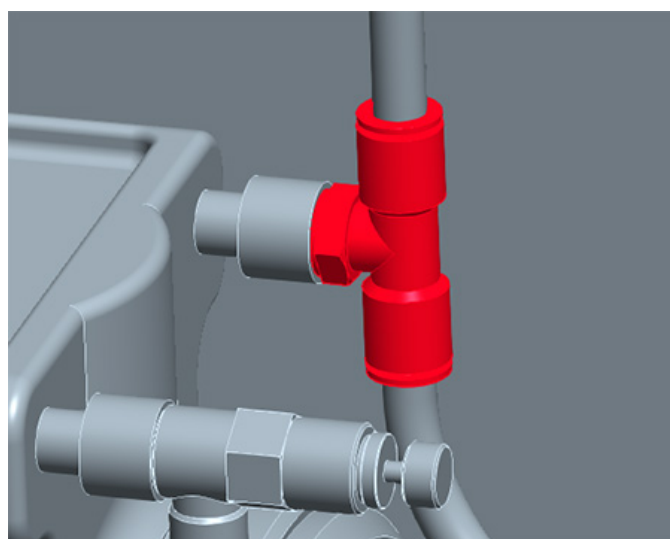
**Slika 98. Oznake dimenzija spojnog koljena NPQH-T-G14-Q10-P10.**

**Tabela 27. Dimenzije spojnog koljena NPQH-T-G14-Q10-P10.**

| Dimenzija    | Vrijednost |
|--------------|------------|
| D1           | G 1/4      |
| D2           | 10 mm      |
| D5           | 16 mm      |
| D6           | 16 mm      |
| H1           | 22 mm      |
| H2           | 6.5 mm     |
| L1           | 52 mm      |
| Otvor ključa | 16 mm      |
| Masa         | 44.4 g     |

**Tabela 28. Karakteristike spojnog koljena NPQH-T-G14-Q10-P10.**

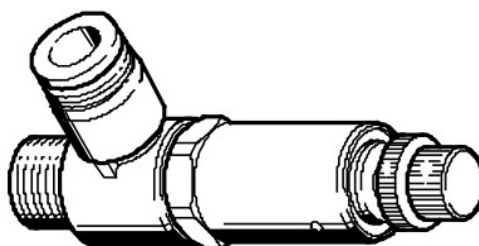
| Karakteristika    | Vrijednost     |
|-------------------|----------------|
| Materijal         | Bronca, nikal  |
| Priključak 1      | G 1/4          |
| Priključak 2      | 10 mm          |
| Priključak 3      | 10 mm          |
| Radna temperatura | 0...150 °C     |
| Radni tlak        | -0.95...16 bar |
| Moment pritezanja | 15 Nm          |



**Slika 99. Prikaz spojnog koljena NPQH-T-G14-Q10-P10 u modelu.**

Kao i spojnice spojna koljena su standardni dio svake pneumatske instalacije, mogu se naručiti u svim kombinacijama priključaka i izvedbama podjele.

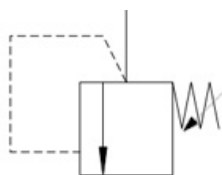
#### 6.3.9. Sigurnosni ventil LR-1/4-QS-10



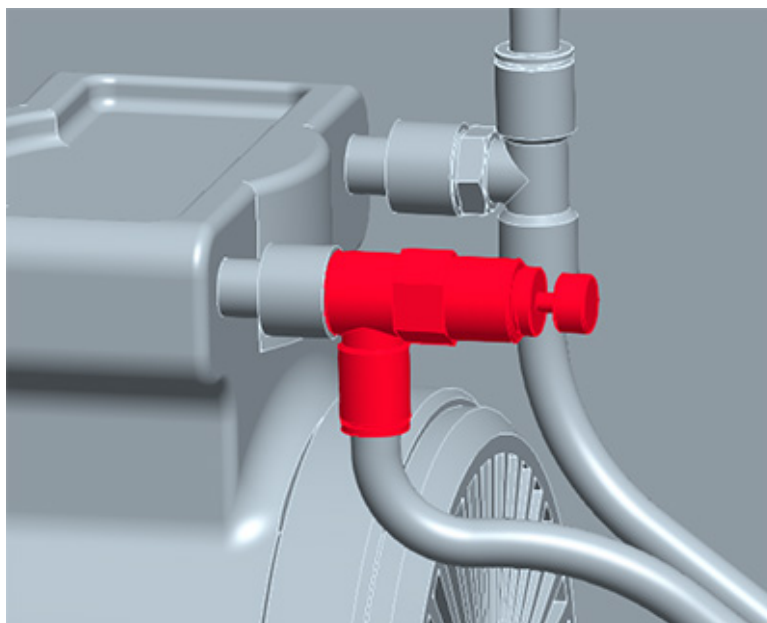
**Slika 100. Sigurnosni ventil sa regulacijom tlaka LR-1/4-QS-10.**

**Tabela 29. Karakteristike sigurnosnog ventila LR-1/4-QS-10.**

| Karakteristika    | Vrijednost     |
|-------------------|----------------|
| Vrsta priključka  | G 1/4 - ø10 mm |
| Protok            | 101 l          |
| Radna temperatura | 0...60 °C      |
| Radni tlak        | 0...9 bar      |
| Kontrolni tlak    | 1...8 bar      |
| Masa              | 60 g           |
| Materijal         | Bronca, nikal  |



**Slika 101. Shema sigurnosnog ventila sa regulacijom tlaka LR-1/4-QS-10.**



**Slika 102. Smještaj sigurnosnog ventila sa regulatorom tlaka.**

## 7. MODEL PREŠE



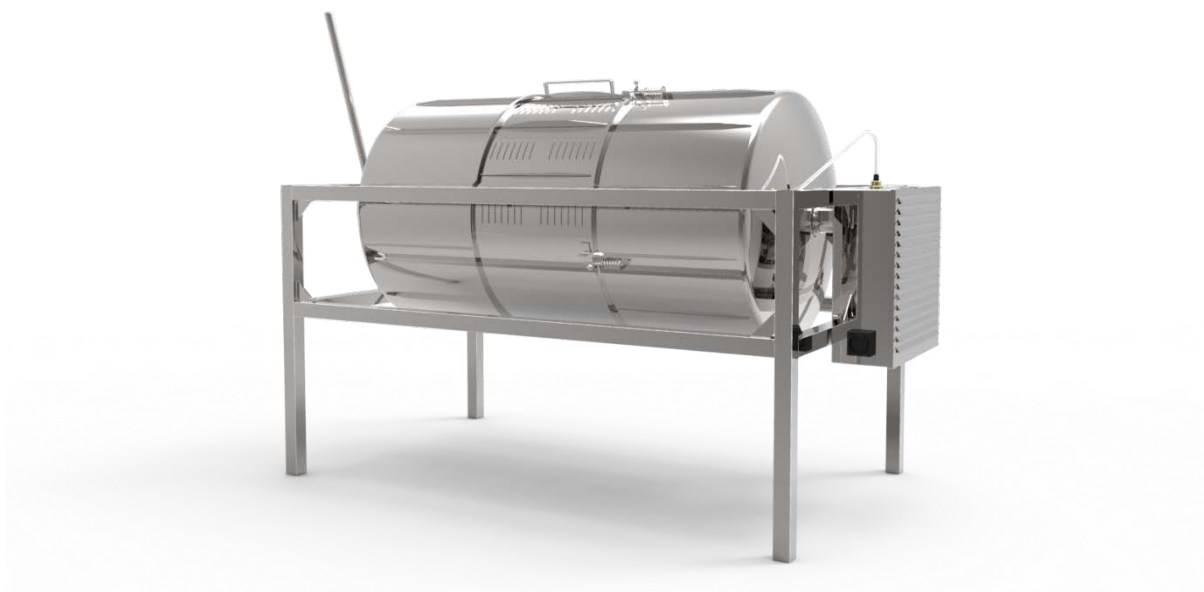
Slika 103. Model preše.



Slika 104. Model preše - prikaz sa strane upravljačke kutije.



**Slika 105. Model preše - detalj smještaja upravljačke kutije.**



**Slika 106. Model preše - prikaz straga.**

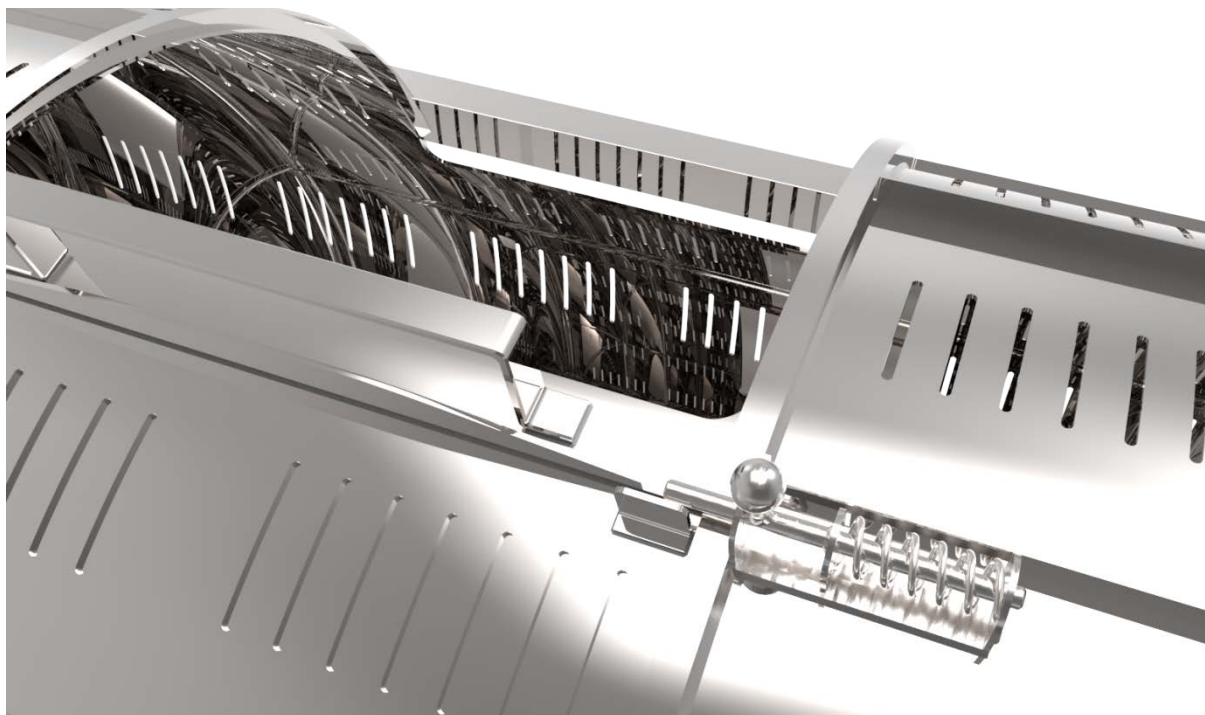


**Slika 107. Nosivi okvir preše.**

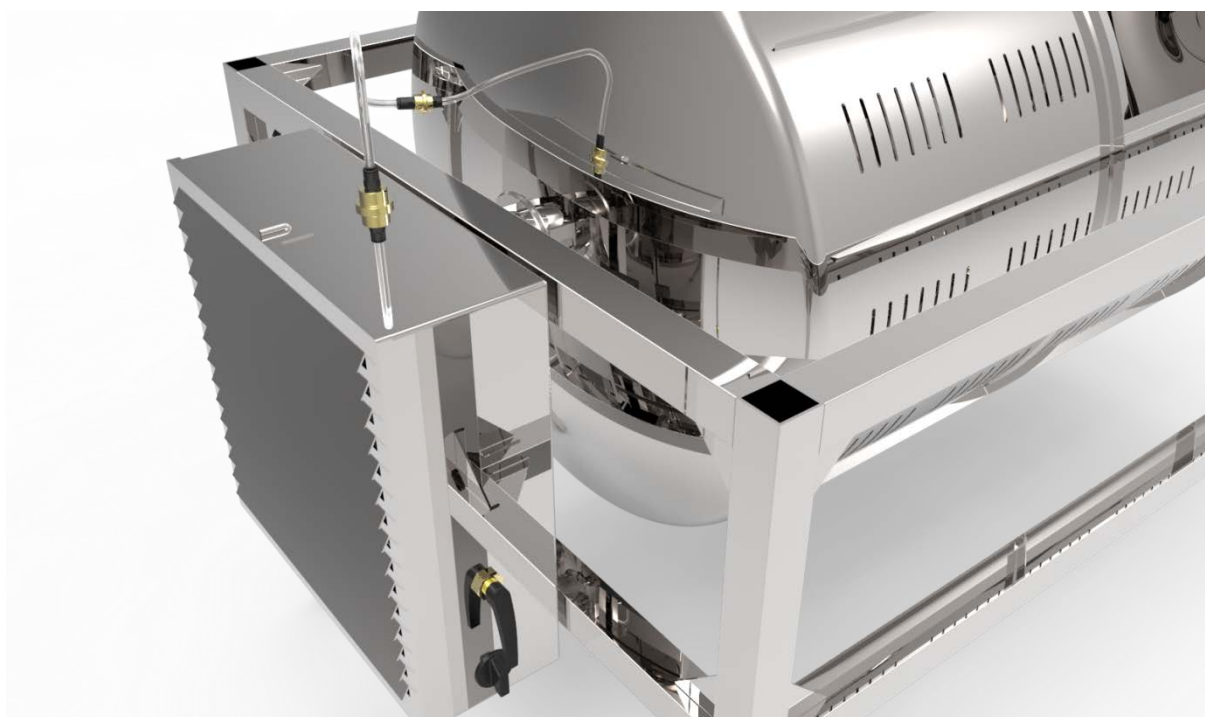


**Slika 108. Sklop bubnja sa montiranim kopčama i vratima.**





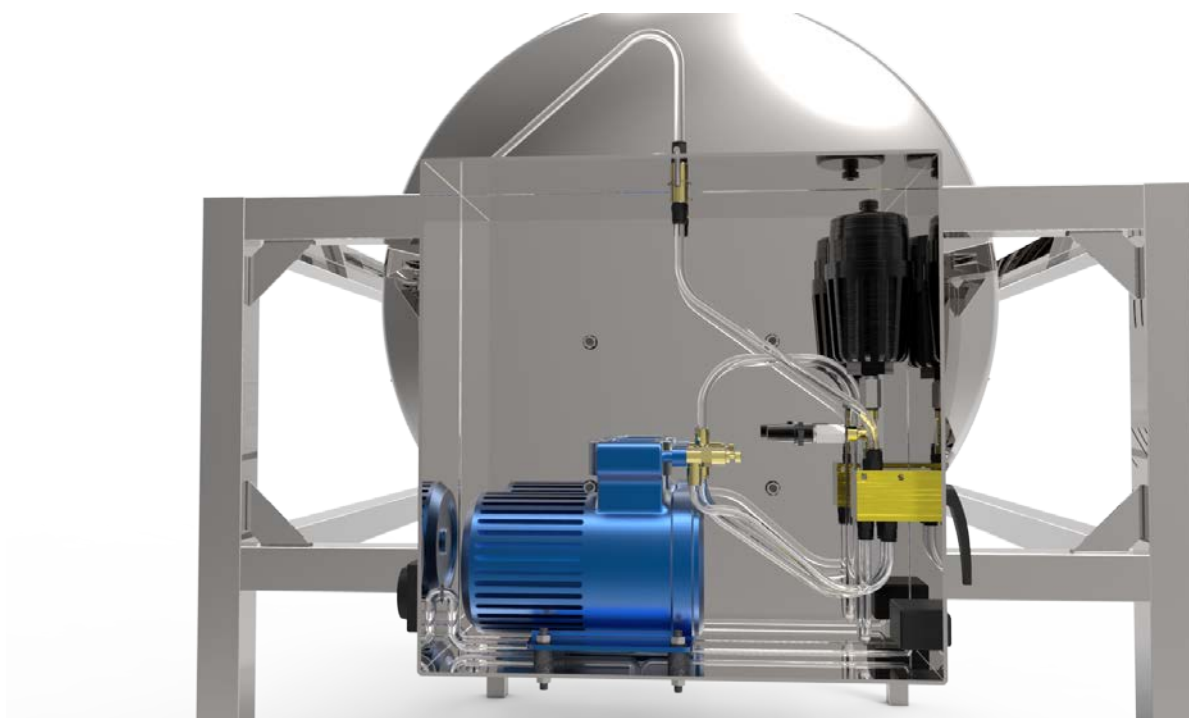
**Slika 109. Detalj kopče otvora bubnja.**



**Slika 110. Detalj spajanja pneumatskog crijeva sa upravljačkom kutijom i bubnjem.**



**Slika 111. Detalj zatvorene upravljačke kutije.**



**Slika 112. Detalj otvorene upravljačke kutije.**

## 8. ZAKLJUČAK

Provedenom analizom tržišta i postojećih proizvoda prikazano je kako ne postoji univerzalno rješenje preše za sve primjene. Od svih ciklusnih preša pokazalo se da velike pneumatske preše kojih je ukupno najmanje, radi veličine i cijene, daju najviše radne kapacitete i da je ukupan udio dobivenog kvalitetnog ovih preša u odnosu na ostale ciklusne preše vrlo visok. Izrazito velike pneumatske preše sa radnim volumenima preko  $10\text{m}^3$  svoje visoke cijene opravdavaju radnim kapacitetom po ciklusu i kvalitetom dobivenog soka.

Pri odabiru koncepta, konstrukciji i dimenzioniranju naglasak je bio na funkcionalna rješenja i jednostavnost izrade, te isto tako izmjene operativnih dijelova. Kod manjih preša radnih volumena do  $1\text{m}^3$  cijena je glavna karakteristika. Uz nisku cijenu bitna je i jednostavnost preše za korištenje i održavanje. Predloženo konstrukcijsko rješenje odlikuje se vrlo jednostavnim upravljanjem sa svega tri kontrole (Kompresor radi/ne radi, Kompresor upuhuje/ispuhuje te poluga u položaju za punjenje/praznjenje. Uz ručnu kontrolu otvora bubnja zadovoljen je uvjet maksimalne jednostavnosti što direktno doprinosi i minimalnoj cijeni ove pneumatske membranske preše.

## LITERATURA

- [1] H. Johnson: Vintage: The Story of Wine (str. 14-31), Simon and Schuster, 1989, ISBN 0-671-68702-6
- [2] R. Boulton, V. Singleton, L. Bisson, R. Kunkee: Principles and Practices of Winemaking (str. 94), 1996, New York, ISBN 978-1-4419-5190-8
- [3] Mariana Ruiz Villarreal, Diagram of the wine grape berry, 2008  
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Wine\\_grape\\_diagram\\_en.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Wine_grape_diagram_en.svg)
- [4] Linda F. Bisson: Grape processing, University of California at Davis, 2001,  
<http://lfbisson.ucdavis.edu/PDF/VEN124%20Section%202.pdf>, (02/2014)
- [5] Willmes, Njemačka, 2014, <http://www.willmes.de/>, (02/2014)
- [6] L'encyclopédie du Cognac, Horizontal basket presses, 2014,  
<http://tinyurl.com/nphe256>, (02/2014)
- [7] The Vinter's Vault, ATI soft press, 2013,  
<http://thevintnervault.com/category/420/ATI--Soft-Presses.html>, (02/2014)
- [8] DIEMME Enologia, Lugo, Italija, 2014, [www.diemme-enologia.com](http://www.diemme-enologia.com), (03/2014)
- [9] Bartlett, Wine press membranes, 2013, <http://bartlett.net.au/portfolio-items/press-membranes/> (02/2014)
- [10] L-INOX, Slovenija, 2014, <http://www.l-inox.si/>, (03/2014)
- [11] PERA, Francuska, 2014, <http://www.pera.fr>, (02/2014)
- [12] Kraut, B.: Strojarski priručnik, AXION d.o.o., Zagreb, 2004.
- [13] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Golden marketing - Tehnička knjiga, Zagreb, 2006.
- [14] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.
- [15] Šćap, D.: Transportni uređaji (Prenosila i dizala), Podloge uz predavanja, Zagreb, 2004.
- [16] Horvat, Z. i suradnici, Vratilo (proračun), Katedra za elemente strojeva i konstrukcije, FSB, Zagreb
- [17] FESTO, Njemačka, Esslingen am Neckar, 2014, [www.festo.com](http://www.festo.com), (04/2014)
- [18] GAST, Sjedinjene američke države, Benton Harbor, 2014, [www.gastmfg.com](http://www.gastmfg.com), (04/2014)

## **PRILOZI**

- I. DVD-R disk
- II. Tehnička dokumentacija